ENDEAVOUR

Revue trimestrielle destinée à tenir registre du progrès des sciences au service du genre humain

VOLUME VII · 1948

LISTE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

		Page
ALDINGTON, J. N.	Le tube à décharge à haute intensité	21
ARTICLES DE TÊTE	Les Sciences en Italie	1
	Macromolécules	41
	Le symbolisme et la Science	81
	L'information scientifique	129
BACSICH, P. (*Voir* WYBURN, G. M., et BACSICH, P.)	.. ..	165
CHAIN, E.	Propriétés chimiques et structure des pénicillines, Parties I et II	83, 153
CLARKE, A. C.	Exploration par fusée	70
DUVEEN, DENIS I.	Quelques symboles des alchimistes	116
EMELÉUS, H. J.	Les progrès de la chimie du fluor	141
EVANS, D. S.	Les protubérances solaires	159
GAUTHERET, R. J.	La culture des tissus végétaux	75
HARTLEY, P. H. T.	Le camouflage chez les animaux	97
JOHNSON, B. K.	Le microscope polarisant	57
JONES, SIR HAROLD SPENCER (*Voir* SPENCER JONES, SIR HAROLD)		
KARRER, PAUL.	Les pigments du groupe des caroténoïdes	3
LAPAGE, G.	Les animaux parasites et l'alimentation mondiale	27
MCKIE, DOUGLAS	La loi de Boyle	148
MEES, C. E. K.	Méthodes modernes de photographie en couleurs	131
MEINESZ, F. A. VENING (*Voir* VENING MEINESZ, F. A.)		
NEWMAN, W. A. C.	Monnaie britannique et alliages monétaires	15
PARTINGTON, J. R.	John Dalton	54
PAULING, LINUS	Anticorps et forces biologiques spécifiques	43
PIPPARD, A. J. S.	La voûte en maçonnerie	122
RAWLINS, IAN	Les méthodes scientifiques de conservation des tableaux ..	104
SPENCER JONES, SIR HAROLD	L'Observatoire Royal de Greenwich ..	9
TAYLOR, CHARLES B.	Etude bactériologique des lacs	111
TORTONESE, ENRICO	Lazzaro Spallanzani, le fondateur de la physiologie expérimentale	92
VENING MEINESZ, F. A.	Exploration du champ de pesanteur en sous-marin	170
WARDLAW, C. W.	Les fruits tropicaux: leur entreposage et leur transport ..	32
WARDLAW, WILLIAM	De la structure en chimie minérale	66
WYBURN, G. M., et BACSICH, P.	Greffes animales	165

TABLE DES MATIÈRES

		Page
133.5:54	ALCHIMIE	
	Symboles des alchimistes	116
332	MONNAIE	
332.41(42)	Monnaie britannique, alliages	15
52	ASTRONOMIE. GÉODÉSIE	
522.1(421)(091)	L'observatoire Royal, Greenwich	9
523.75	Protubérances solaires	159
526.73	Exploration du champ de pesanteur en sous-marin	170
53	PHYSIQUE	
53/54:75	Conservation des tableaux	104
533.22(091.2)	La loi de Boyle	148
535.824.4	Microscope polarisant	57
54	CHIMIE THÉORIQUE. PHYSICO-CHIMIE	
54/53:75	Conservation des tableaux	104
54:133.5	Symboles des alchimistes	81
54:92	John Dalton	54
541.4	La structure en chimie minérale	66
546	CHIMIE MINÉRALE	
546.16	Le fluor	141
547	CHIMIE ORGANIQUE	
547.7:615.3	Les pénicillines	83, 153
547.979.8	Les pigments caroténoïdes	3
57	BIOLOGIE	
576.8.097.1	Anticorps	43
576.89:632:636.089	Parasites et matières alimentaires	27
577.472(285)	Etude bactériologique des lacs	111
578.085.23:581.817	Culture des tissus végétaux	75
58	BOTANIQUE	
581.817:578.085.23	Culture des tissus végétaux	75
59	ZOOLOGIE	
591:92	Lazzaro Spallanzani	92
591.089.843	Greffes animales	165
591.57	Camouflage chez les animaux	97
61	MÉDICINE	
615.3:547.78	Les pénicillines	83, 153
62	ART DE L'INGÉNIEUR	
621.327.4	Le tube à décharge	21
624.62	La voûte en maçonnerie	122
629.136.3	Exploration par fusée	70
63	AGRICULTURE	
632:576.89:636.089	Parasites et matières alimentaires	27
636.089:576.89:632	Parasites et matières alimentaires	27

TABLE DES MATIÈRES *(suite)*

		Page
664	INDUSTRIE DES SUBSTANCES ALIMENTAIRES	
664.85	Les fruits tropicaux	32
7	BEAUX-ARTS	
75:53/54	Conservation des tableaux	104
778.6	Photographie en couleurs	131
92	BIOGRAPHIE	
92:53	Max Planck	26
92:54	John Dalton	54
92:591	Lazzaro Spallanzani	92

REVUE DES LIVRES

	Page
ANDRADE, E. N. DA C. The Atom and its Energy	176
ARNOLD, CHESTER A. An Introduction to Palaeobotany	80
BRAILSFORD, F. Magnetic Materials	127
CLARK, W. Photography by Infra-red ..	128
COSSLETT, V. E. The Electron Microscope ..	127
CRAIG, SIR JOHN. Newton at the Mint ..	39
CRANSTON, J. A. A Rational Approach to Chemical Principles	40
DAVIS, ROBERT L., et BECK, RONALD D. Applied Plastic Product Design	175
DAVIS, TENNEY L. (rédacteur en chef) Chymia—Annual Studies in the History of Chemistry, Vol. I.	175
DIRINGER, DAVID. The Alphabet. A Key to the History of Mankind	126
DOBSON, J. F., et BRODETSKY, S. (traduit par). Nicolaus Copernicus. De Revolutionibus. Préface et Livre I	126
DORÉE, CHARLES. The Methods of Cellulose Chemistry	39
GAMOW, GEORGE. One, Two, Three... Infinity	127
GIUA, MICHELE. Dizionario di Chimica, Vol. I	174
GLASSTONE, S. An Introduction to Electrochemistry	175
GOUDSMIT, SAMUEL A. Alsos — The Search for the German Atom Bomb	127
HASWELL, J. ERIC. Horology	176
HILDITCH, T. P. The Chemical Constitution of Natural Fats	40
HILL, D. W. Co-operative Research in Industry	40
JEANS, SIR JAMES. The Growth of Physical Science	80
MARSH, J. T. An Introduction to Textile Finishing	39
NORTHEY, ELMORE H. The Sulfonamides and Allied Compounds	174
PELSENEER, JEAN. L'Evolution de la Notion de Phénomène Physique des Primitifs à Bohr et Louis de Broglie	174
POWELL, C. F., et OCCHIALINI, S. P. S. Nuclear Physics in Photographs	80
ROGERSON, SIDNEY, et TUNNICLIFFE, CHARLES. Our Bird Book	40
SEIDELL, ATHERTON. Solubilities of the organic and Metal Organic Compounds (Vol. I); Solubilities of the Organic Compounds (Vol. II)	128
SHERLOCK, R. L. The Permo-Triassic Formations	126
SHERRINGTON, SIR CHARLES. The Integrative Action of the Nervous System	39
SHRINER, R. L. Organic Syntheses (Vol. 27) ..	175
SMART, W. M. John Couch Adams and the Discovery of Neptune..	128
TAYLOR, DENIS, et WESTCOTT, C. H. Principles of Radar	174
VOGEL, ARTHUR I. A Text-book of Practical Organic Chemistry	126
WILLIAMS, R. TEGWYN. Detoxication Mechanisms	125

Fait et imprimé en Grande-Bretagne par THE KYNOCH PRESS, *Witton, Birmingham, 6, pour les éditeurs,*
IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED, *Londres, S.W.1*

ENDEAVOUR

Revue trimestrielle destinée à tenir registre du progrès
des sciences au service du genre humain

VOLUME VII JANVIER 1948 NUMÉRO 25

Les sciences en Italie

Nous avons le plaisir d'annoncer qu'à partir du présent numéro, une édition italienne d'ENDEAVOUR va prendre place à côté de celles qui paraissent déjà en Anglais, en Français, en Espagnol et en Allemand. C'est un heureux évènement, car l'amitié traditionnelle qui existe entre le peuple britannique et le peuple italien, si tragiquement rompue par la guerre, vient d'être à nouveau scellée et nous apporte de bons présages de coopération pour l'avenir. Les hommes de science en particulier se réjouiront de la reprise de ces liens, car peu de pays présentent un bilan aussi riche en œuvres scientifiques que l'Italie. Nous ne pouvons essayer ici de rendre l'hommage qu'il convient à ce passé, mais le lancement d'ENDEAVOUR sous sa forme italienne semble une occasion propice pour rappeler au moins quelques-unes des innombrables contributions apportées à la science par les compatriotes de Galilée.

L'histoire ne débute pas avec Galilée, car le flambeau de la science brûlait déjà en Italie bien avant le XVIème siècle. Deux ou trois cents ans auparavant les colonies vénitienne et pisane établies à Constantinople s'imprégnaient de la Sagesse de l'Orient et la communiquaient à leur pays natal; la « Scicile aux langues multiples » était une image en petit des pays méditerranéens et de leurs connaissances. Cette activité intellectuelle atteignit son premier sommet avec Léonard de Vinci (1452–1519), qui joignit le génie artistique à une perspicacité remarquable en biologie, en physique et en mathématiques.

Vinci s'intéressa également à la statique, mais la dynamique n'était pas encore découverte. C'est Galiléo Galilée qui fit faire à la philosophie naturelle ce pas en avant. Il naquit à Pise le 15 février 1564, de parents florentins. Une atmosphère familiale favorable affina les diverses aptitudes mentales de Galilée et il était bien équipé pour tirer avantage de l'éducation qu'il reçut par la suite au monastère de Vallambrosa, puis à l'Université de Pise. Il commença par étudier la médecine et la philosophie mais découvrit peu à peu que son véritable penchant était pour les mathématiques, et il quitta l'université sans achever ses études de médecine.

La première découverte importante de Galilée, celle de la régularité des oscillations du pendule, fut faite lorsqu'il avait 18 ou 19 ans. Quelques années plus tard, en 1589, il fut nommée à la chaire de mathématiques à Pise, où on le surnomma « l'argumentateur » à cause de son habitude de mettre en doute toutes les assertions — même celles d'une autorité respectée comme Aristote. C'est à Pise qu'il démontra publiquement que la théorie aristotélicienne, suivant laquelle les corps tombent avec des vitesses proportionnelles à leur masse, était fausse, ce que ses collègues de l'université estimèrent abominable, sinon même blasphématoire. Mais, en fait, ce fut le point de départ de la science moderne.

La vie à Pise étant devenue intolérable pour Galilée, il se rendit à Padoue, où il fut professeur de mathématiques de 1592 à 1610. Ce fut la période la plus féconde de son existence: pendant ce temps il exécuta non seulement ses grands travaux sur la dynamique, mais il construisit encore le premier télescope astronomique, grâce auquel il observa les satellites de Jupiter et les taches du soleil. Il inventa également le microscope du type moderne et fabriqua le premier thermomètre à air. La triste histoire de son procès par l'Inquisition pour avoir soutenu Copernic et son système est trop connue pour être redite et, bien qu'il ait été forcé de se rétracter publiquement, le légendaire « *Eppur si muove* » demeura probablement quand même son inébranlable conviction. Aveugle et miné par la maladie à la fin de sa vie, les derniers jours de Galilée furent

adoucis dans une certaine mesure par la société et la conversation de son disciple Evangelista Torricelli, qui prit sa succession à l'une de ses chaires professorales et qui est connu comme l'inventeur du baromètre à mercure.

Un contemporain de Galilée, mais plus jeune, était Giovanni Alfonso Borelli, le mathématicien et physicien (1608–79), professeur à Messine et, plus tard, à Pise. Borelli n'était que modérément doué pour les mathématiques mais trouva un champ d'application de ses connaissances à l'étude du mouvement des animaux. Son important traité sur ce sujet, *De motu animalium*, est un des classiques de la physiologie, et sa méthode de traitement des problèmes de l'hémodynamique ne fut guère perfectionnée avant le milieu du XIXème siècle. L'exemple de Borelli inspira un physiologiste plus éminent encore, Marcello Malpighi (1628–94), qui fut l'un des premiers à appliquer le microscope aux problèmes biologiques et découvrit ainsi la structure véritable du rein et les détails de la circulation sanguine: « Harvey montra bien que le sang traversait les tissus, mais Malpighi montra ce qu'étaient les tissus et comment le sang les traversait », ouvrant ainsi la voie aux recherches fondamentales qui devaient venir plus tard. Au siècle suivant, la physiologie et l'histoire naturelle progressèrent encore grâce au savant italien Lazzaro Spallanzani (1729–99), qui étudia les processus de reproduction, de respiration et de digestion.

Les importantes contributions de l'Italie à la chimie se placent plus tard que celles qui furent faites à l'astronomie, à la physique et à la biologie, mais l'une d'elles a eu une répercussion profonde sur les progrès de la science. Elle eut pour auteur Amedeo Avogadro (1776–1856), professeur de physique mathématique à Turin, et est connu de tous les chimistes sous le nom d'« hypothèse d'Avogadro ». En résumé, Avogadro fut le premier à établir une distinction nette entre les atomes et les molécules et, en supposant que des volumes égaux de tous les gaz contiennent un nombre égal de molécules (à température et à pression égales), il fournit aux chimistes un mode de comparaison des poids moléculaires. Malheureusement les travaux d'Avogadro furent longtemps ignorés, et ce fut son compatriote Stanislao Cannizzaro (1826–1910) qui les mit en évidence, près de cinquante ans après leur publication originale.

Une autre branche essentielle de la chimie, l'électrochimie, bien que n'étant pas d'origine italienne directe, est basée sur des découvertes italiennes. Comme on le sait, cette science fut fondée par Davy, Berzélius, et Faraday, mais son principal instrument, à l'origine, était la pile électrique inventée par Alessandro Volta (1745–1827).

Telles sont quelques-unes des œuvres réalisées par la science italienne jusqu'à la fin du XIXème siècle. Il est parfaitement évident que cette maîtrise subsiste encore au vingtième siècle — si évident même qu'il faudrait plus de place que celle dont nous disposons pour n'en donner que les traits généraux. Un nom, bien entendu, s'élève au-dessus des autres, celui de Guglielmo Marconi (1874–1937), dont les travaux sur la télégraphie sans fil et la téléphonie lui valurent la gloire et les honneurs dans le monde entier. Ce ne peut être une exagération que de dire que les recherches et les inventions de Marconi ont aussi profondément et largement affecté le cours de la civilisation que celle d'aucun savant qui l'ait précédé ou suivi.

Le moment n'est pas opportun de parler en détail des tendances actuelles des travaux scientifiques en Italie, mais nous pouvons mentionner les fécondes recherches en cours là-bas sur les rayons cosmiques, l'électro-acoustique, la géophysique, la séismologie et la recherche des gisements, la technique des hautes-fréquences, la physique nucléaire, et le développement de l'exploitation de la force hydraulique. La recherche scientifique est mieux organisée en Italie que dans bien d'autres pays, un certain nombre d'instituts spéciaux y travaillant sous la direction du *Consiglio Nazionale delle Ricerche*. Nous souhaitons que l'édition italienne de ENDEAVOUR puisse jouer son rôle modeste et aider à la coopération internationale qui est l'âme animatrice de la science.

Rédacteur en chef: E. J. HOLMYARD, M.A., M.Sc., D.Litt., F.R.I.C.
Rédacteur adjoint: TREVOR I. WILLIAMS, B.A., B.Sc., D.Phil.
Pour les éditions étrangères: J. A. WILCKEN, B.Sc., Ph.D.

Imperial Chemical Industries, Nobel House, Buckingham Gate, London, S.W.1

Les pigments du groupe des caroténoïdes

PAUL KARRER

Bien que l'on connaisse depuis plus d'un siècle l'existence des pigments caroténoïdes, l'étude approfondie de leur chimie n'a été entreprise qu'assez récemment. On a isolé et caractérisé depuis 1928 près de soixante-dix pigments différents appartenant à cette classe. Ce rapide développement résulte en grande partie de l'emploi de la chromatographie qui est une méthode d'analyse particulièrement propice à la séparation de mélanges de substances qui, comme les caroténoïdes, ont des propriétés chimiques et physiques très voisines.

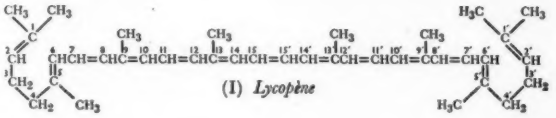
Les pigments du règne animal et du règne végétal sont de composition chimique très variée. Cependant plusieurs d'entre eux peuvent être classés en groupes de pigments voisins dont les membres diffèrent en général simplement par des détails de structure. On peut citer comme exemples de ces groupes naturels les pigments jaunes de la flavone et du flavonol, les anthocyanines bleue et rouge, les chlorophylles vertes, constituées par des noyaux pyrroliques, les hémines rouges et les bilirubines. Les matières colorantes quinoniques sont du même type. A ces vastes groupes de pigments qui confèrent aux choses vivantes leurs plaisantes couleurs, est venu s'ajouter récemment le groupe des caroténoïdes.

On connaît depuis longtemps l'existence de ce groupe. Berzélius étudia la xanthophylle, qui est un mélange de caroténoïdes. En 1831 le carotène fut isolé des carottes pour la première fois par Wackenroder. Mais pendant longtemps les observations de ce genre demeurèrent isolées. L'étude approfondie du groupe des caroténoïdes ne fut entreprise qu'après 1928. L'emploi de méthodes modernes permit de constituer rapidement ce groupe de pigments naturels. Il comprend aujourd'hui 65 à 70 substances.

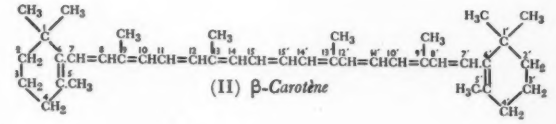
On trouve des caroténoïdes dans la plupart des plantes (à l'exception de certains champignons) et probablement dans tous les animaux, mais presque toujours en très faible concentration. La teneur en pigments du groupe des caroténoïdes (total des carotènes et de la xanthophylle) dans les feuilles vertes est approximativement de 0,07 à 0,20 % (calculé sur le poids de matière sèche des feuilles), et dans le cas des carottes 0,02 à 0,13 %. Toutefois, dans certains cas exceptionnels, on trouve des concentrations en pigments plus élevées. Ainsi dans le *Trentepohlia aurea* (byssus rouge commun), le carotène constitue environ 1 % de la matière sèche; les anthères de plusieurs variétés de lys contiennent une proportion surprenante d'époxyde de xanthophylle et d'anthéraxanthine (époxyde de zéaxanthine).

Tous les caroténoïdes naturels peuvent être considérés comme dérivant du pigment de la tomate, le lycopène. On obtient par fermeture de l'anneau de la molécule du lycopène d'un seul côté ou des deux côtés, les trois carotènes β-, α- et γ (formules II, III et IV).

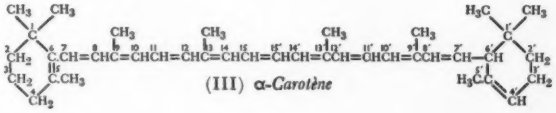
Ces formules structurales furent établies par diverses réactions de décomposition et de transformation. Le lycopène et ses composés voisins



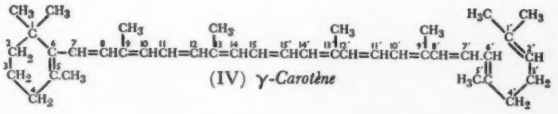
(I) *Lycopène*



(II) β-*Carotène*



(III) α-*Carotène*



(IV) γ-*Carotène*

à anneaux fermés, les carotènes β, α et γ, comprennent quarante atomes de carbone et peuvent être considérés comme étant formés de huit résidus d'isoprène. Un de leurs traits caractéristiques

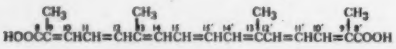
est le grand nombre de doubles liaisons de leurs chromophores. Les caroténoïdes sont donc une sous-division des pigments polyéniques.

Les autres membres du groupe du carotène dont on a pu établir la composition peuvent être considérés sans exception comme des dérivés des quatre hydrocarbures dont la formule a été donnée ci-dessus. Ils en dérivent par l'introduction de groupes hydroxyles, carbonyles, époxydes et méthoxyles, ou bien par hydrogénation ou oxydation partielles.

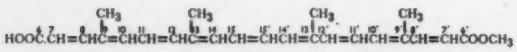
On trouvera une liste résumée des dérivés les plus importants dans le tableau ci-dessous:

Dérivés du:		
Lycopène	Lycoxanthine	(3-oxylycopène)
	Lycophylle	(3,3′-dioxylycopène)
β-Carotène	Cryptoxanthine	(3-oxy-β-carotène)
	Zéaxanthine	(3,3′-dioxy-β-carotène)
	Anthéraxanthine	5,6-époxyde de zéaxanthine
	Violaxanthine	5,6-5′,6′-diépoxyde zéaxanthine)
	Citroxanthine	(monoxyde furanoïde de β-carotène)
	Auroxanthine	(dioxyde furanoïde de zéaxanthine
	Aphanine	(3-céto-β-carotène) (?)
	Rhodoxanthine	(3,3′-dicéto-β-carotène)
	Astacine	(3,4,3′4′-tétracéto-β-carotène)
	Astaxanthine	(3,3′-dioxy-4,4′-dicéto-β-carotène)
	Capsanthine	
	Capsorubine	
α-Carotène	Xanthophylle	(3,3′-dioxy-α-carotène)
	5,6-Epoxyde de xanthophylle	
	5,6-Epoxyde d'α-carotène	
	Flavoxanthine	(époxyde furanoïde de xanthophylle
	Chrysanthémaxanthine	(oxyde furanoïde de xanthophylle)
γ-Carotène	Rubixanthine	(3-oxy-γ-carotène)
	Rubichrome	(oxyde furanoïde de rubixanthine)
	Eschscholzxanthine	(dioxy-γ-carotène) (?)

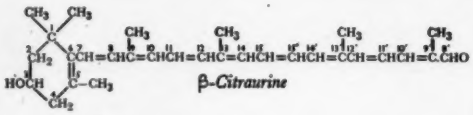
Les composés suivants sont des exemples de pigments naturels pouvant être considérés comme produits d'oxydation de divers caroténoïdes contenant quarante atomes de carbone:



Crocétine



Bixine



β-Citraurine

Par comparaison de ces trois dernières formules de structure avec celles du lycopène et des carotènes β, α et γ, il est aisé de voir quels sont les atomes de carbone des hydrocarbures qui ont été préservés dans la crocétine, la bixine et la β-citraurine et quels sont ceux qui ont été enlevés par oxydation.

Il est souvent difficile d'isoler et de purifier les caroténoïdes. C'est à l'analyse chromatographique que nous devons la possibilité de pouvoir séparer quantitativement des substances aussi voisines que les carotènes α et β, qui ne diffèrent que par la position d'une double liaison, ou de pouvoir extraire la totalité du γ-carotène de mélanges de carotènes α, β et γ dans lesquels ce dernier n'entre que dans la proportion de 1 ou 0,1 %. Le procédé de séparation chromatographique fut imaginé en 1906 par le botaniste Tswett. Il consiste à faire passer une solution du mélange des substances à séparer à travers une colonne d'adsorption qui est ensuite lavée à l'aide du solvant. Ce lavage — ou développement du chromatogramme — détache (ou élue) de façon continue les substances adsorbées et les reprécipite plus bas dans la colonne d'adsorbant. L'élution des composés plus fortement adsorbés se produisant plus lentement que celle des substances moins fortement adsorbées, ce procédé de développement donne une séparation nette des constituants du mélange.

Tswett lui-même employa cette méthode pour la séparation de caroténoïdes, mais uniquement pour l'analyse qualitative. Ce n'est que récemment que la méthode chromatographique a été utilisée pour la purification et la séparation quantitative des caroténoïdes en vue de leur préparation. Il existe de nombreux mélanges de pigments caroténoïdes que l'on ne pourrait encore séparer à l'heure actuelle sans cette méthode si efficace.

La force avec laquelle ces pigments adhèrent à la colonne d'adsorption — qui peut être constituée par de l'oxyde d'aluminium, de la chaux, du carbonate de calcium ou du carbonate de zinc — dépend avant tout des groupes fonctionnels présents dans leur molécule. Les groupes carboxyles et hydroxyles élèvent très considérablement le pouvoir d'adsorption, et proportionnellement à leur nombre. Pour cette

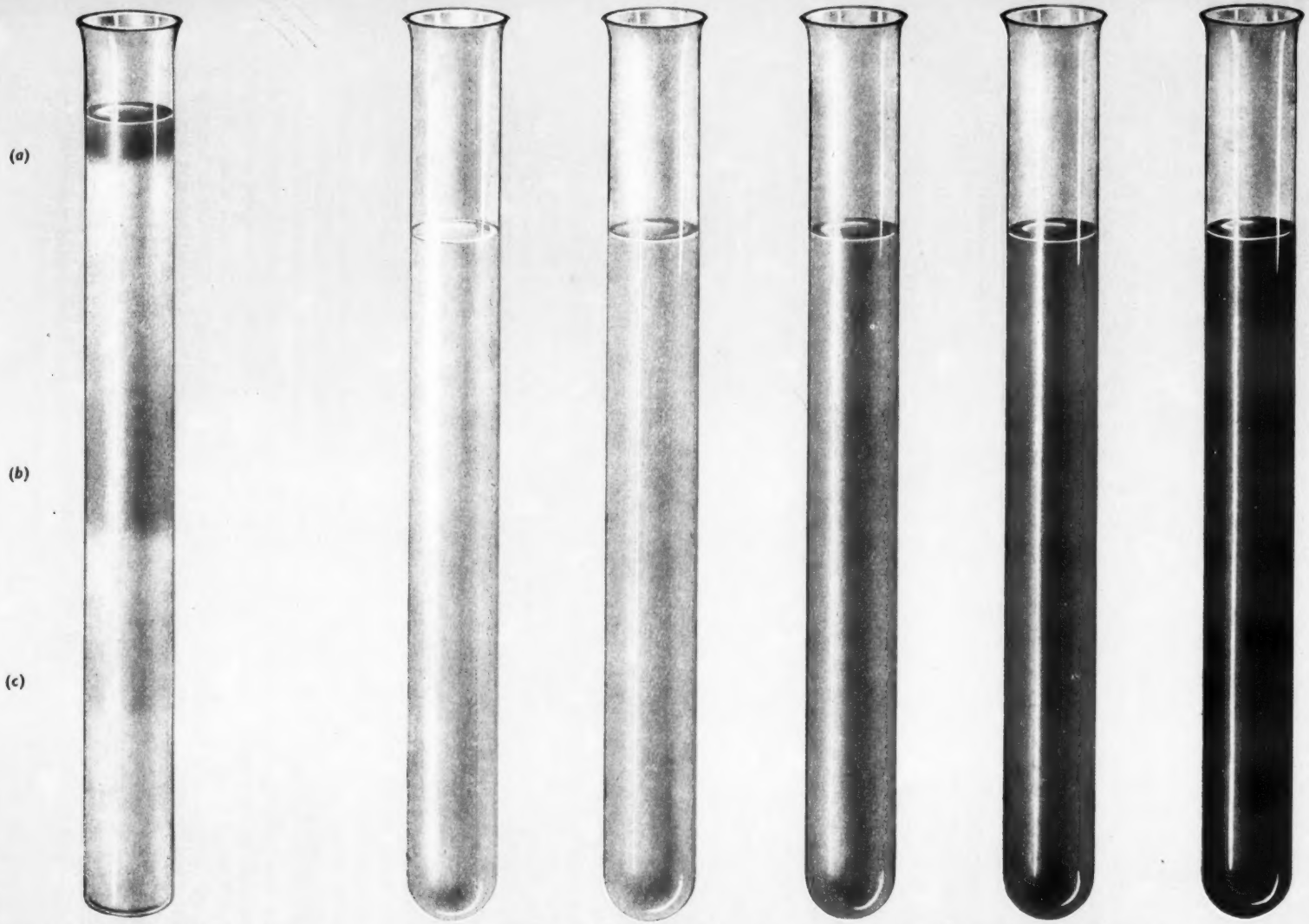


FIGURE 1 – *Séparation chromatographique de lycopène* (a), *β-carotène* (b), *et α-carotène* (c).

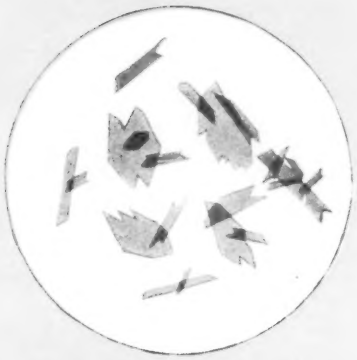
FIGURE 2 (*de gauche à droite*) – *Solutions de divers caroténoïdes dans le sulfure de carbone.*

1. Auroxanthine, *caroténoïde présentant* 7 *doubles liaisons conjuguées et* 2 *isolées* (*équivalant à* 8 *doubles liaisons conjuguées*).
2. Dihydro-β-carotène, *caroténoïde à* 10 *doubles liaisons conjuguées.*
3. β-Carotène, *caroténoïde à* 11 *doubles liaisons conjuguées.*
4. Lycopène, *caroténoïde à* 11 *doubles liaisons conjuguées et* 2 *isolées* (*équivalant à* 12 *doubles liaisons conjuguées*).
5. Déhydrolycopène, *caroténoïde à* 15 *doubles liaisons conjuguées.*

1

2

3



4

5

6

FIGURE 3

1. β-*Carotène cristallisé à partir d'une solution dans l'éther de pétrole.*
2. α-*Carotène cristallisé à partir d'une solution dans l'éther de pétrole.*
3. *Lycopène cristallisé à partir d'une solution dans l'éther de pétrole.*
4. *Xanthophylle cristallisée à partir d'une solution dans un mélange alcool-méthylique-éther.*
5. *Zéaxanthine cristallisée à partir d'une solution dans un mélange alcool-méthylique-éther.*
6. *Violaxanthine cristallisée à partir d'une solution dans un mélange alcool-méthylique-éther.*

raison on trouvera les acides carotène-carboniques et les di- et poly-oxy-caroténoïdes dans la partie supérieure des colonnes d'adsorption de Tswett; au-dessous viendront les dérivés monoxy, les cétones, les aldéhydes, et ainsi de suite. Finalement, à la partie inférieure, on trouvera les hydrocarbures.

La figure 1 montre un mélange de β-carotène, lycopène et α-carotène après analyse chromatographique.

Les spectres d'absorption des caroténoïdes constituent un moyen précieux d'identification et de contrôle de leur pureté. Presque tous ces pigments présentent trois maxima nettement définis dans la partie visible de leur spectre. La position de ces maxima est surtout déterminée par le chromophore présent, c'est-à-dire par le nombre de doubles liaisons dans chaque pigment. Chaque nouvelle double liaison carbonée entrant dans une série de doubles liaisons éthyléniques déplace le maximum d'absorption de 200 à 220 Å vers les longueurs d'onde supérieures.

Les conditions d'absorption dans la région de l'ultra-violet sont plutôt moins régulières et dépendent plus d'autres caractères de constitution du pigment. La figure 4 montre des courbes d'absorption de quelques-uns des pigments caroténoïdes les plus importants.

D'autres chromophores, tels que les groupes =C=O et —COOH, donnent une teinte plus foncée, en particulier s'ils sont en conjugaison avec un système de doubles liaisons conjuguées. Dans ce cas, un groupe carbonyle a pour effet de déplacer le maximum d'absorption du spectre visible d'environ 400 Å. Plus souvent, cependant, c'est le système conjugué de doubles liaisons carbonées qui produit presque entièrement la couleur. On connaît maintenant des caroténoïdes dans lesquels le nombre de doubles liaisons varie de 6 à 15. La couleur de leurs solutions varie de même du jaune au violet, comme le montre la figure 2.

Tous les pigments du groupe du carotène cristallisent avec une remarquable facilité. A la lumière réfléchie, ces cristaux peuvent être jaunes, oranges ou rouges; quelques-uns, (ceux d'astacine, par exemple) sont presque noirs, et varient avec la composition de la substance et le développement des cristaux. A la lumière transmise tous ces cristaux paraissent jaunes, oranges ou rouges. Les cristaux sont souvent dichroïques. La figure 3 donne une idée de leurs formes et de leurs couleurs.

L'intérêt particulier porté aux caroténoïdes par les hommes de science modernes est dû en grande partie à l'importance physiologique de quelques

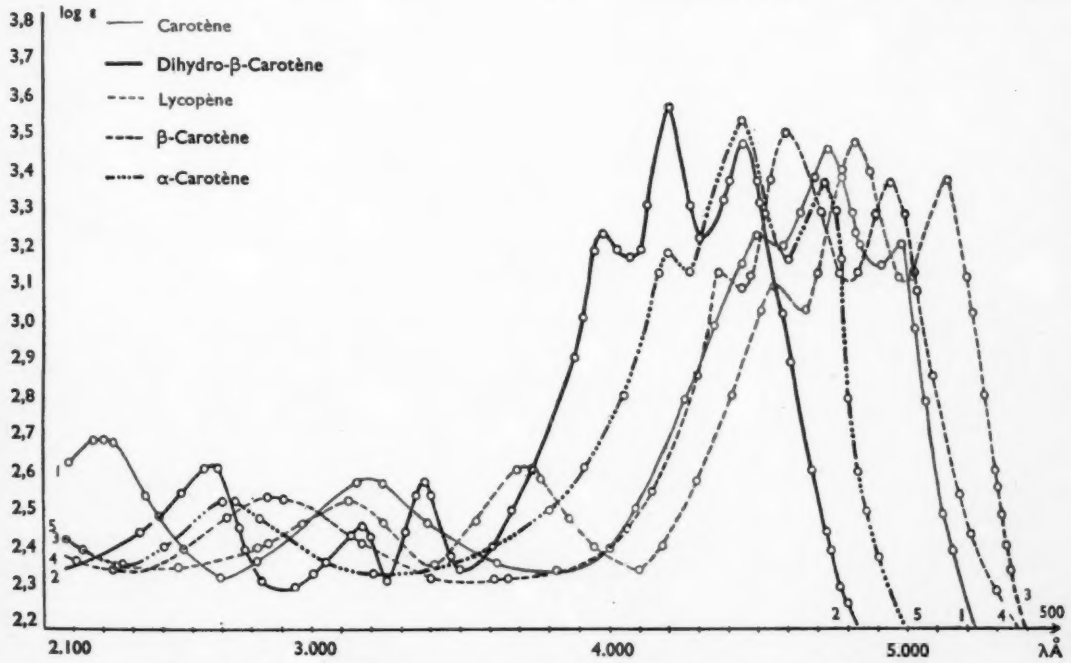


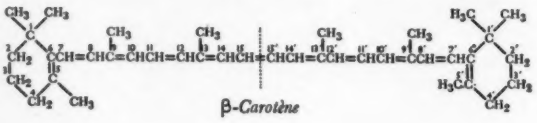
FIGURE 4 – *Spectres d'absorption de quelques caroténoïdes en solution dans l'hexane.*

membres de ce groupe. Les caroténoïdes prennent naissance surtout dans les plantes et il est douteux que les organismes animaux puissent apporter à leur molécule des changements de quelque importance. On ne connaît jusqu'à présent aucun fait permettant de justifier la supposition qu'un caroténoïde trouvé dans un organisme animal puisse y avoir été produit synthétiquement en partant de substances plus simples. En dépit de ce fait que les caroténoïdes sont essentiellement des pigments végétaux on sait encore peu de chose sur leur rôle dans la vie des plantes. Le carotène β (et à un degré moindre les carotènes α et γ) et la xantophylle se trouvent dans toutes les feuilles vertes et en rapport quantitatif à peu près constant avec la teneur en chlorophylle de la feuille. De ce fait on a souvent cherché à savoir si ces deux pigments jaunes jouaient un rôle dans les processus d'assimilation ou de respiration de la plante, mais jusqu'à présent on n'a pu résoudre la question de façon satisfaisante.

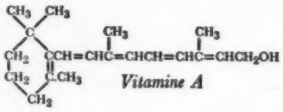
Kuhn et Moevus soutiennent que la crocine (éther crocétine digentiobiose) et les crocétines *cis* et *trans* jouent un rôle dans la multiplication de l'algue unicellulaire *Chlamydomonas eugametos f. simplex*. La crocine peut provoquer la formation de flagellum chez les gamètes de ces plantes et un mélange de crocétine *cis* et *trans* peut transformer ces gamètes, rendus ainsi mobiles, en gamètes mâles ou femelles. Le rapport de *cis*-crocétine à *trans*-crocétine détermine le sexe des gamètes. Ces expériences demandent à être plus nettement confirmées.

Les époxydes des caroténoïdes sont largement répandus dans le règne végétal et la facilité avec laquelle ils cèdent leur oxygène a fait supposer que dans certains organes végétaux ces substances agissent comme véhicules d'oxygène, mais on n'a pu encore démontrer l'exactitude de cette hypothèse.

Nous possédons des renseignements plus précis en ce qui concerne l'importance de certains caroténoïdes vis-à-vis des organismes animaux. Il a été démontré que le carotène possédait les propriétés d'une vitamine A; ce fait a été établi pour la première fois par H. Steenbock et par H. von Euler. On a montré plus tard (Moore) que cette action du carotène était due au fait qu'il est transformé en vitamine A dans l'organisme animal. Il est donc une provitamine A. Lorsque la constitution des carotènes et de la vitamine A aura été déterminée les rapports entre ces corps deviendront plus évidents. La transformation de β-carotène en vitamine A est rendue possible par scission de la molécule en deux moitiés identiques:



β-*Carotène*



Vitamine A

Le β-carotène n'est pas le seul pigment de ce groupe de composés possédant les caractéristiques d'une provitamine A. Tous les pigments comprenant dans leur molécule au moins un groupe atomique du type des deux groupes de la molécule du β-carotène présentent les mêmes effets physiologiques. Ces provitamines A naturelles, qui se rencontrent dans les plantes, sont les suivantes:

α-carotène
β-carotène
γ-carotène
5,6-époxyde d'α-carotène
citroxanthine (monoxyde furanoïde de β-carotène
cryptoxanthine (3-oxy-β-carotène)
myxoxanthine
aphanine (3-céto-β-carotène) (?)
échinénone
torularhodine

Il a également été possible de préparer un grand nombre de précurseurs synthétiques de la vitamine A.

On trouve aussi des caroténoïdes dans les yeux des êtres humains et des animaux et ils semblent jouer un rôle dans la vision. La rhodopsine, ou pourpre rétinien, semble aujourd'hui pouvoir être considérée comme un composé d'une albumine spéciale et du caroténoïde rétinine. Celle-ci contient probablement l'aldéhyde correspondant à la vitamine A. Lorsque la lumière agit sur le pourpre rétinien, de la rétinine est libérée et transformée en vitamine A. Dans l'obscurité, le pourpre rétinien est régéneré à partir de vitamine A et de rétinine (G. Wald). Nos connaissances sont encore plus réduites en ce qui concerne le rôle joué par d'autres pigments caroténoïdes qui ont été mis en évidence dans l'œil.

L'Observatoire Royal de Greenwich

SIR HAROLD SPENCER JONES

On a adopté le méridien de Greenwich, à une conférence internationale en 1884, comme méridien origine. Au cours de la même conférence, on a préconisé un système de fuseaux horaires fondé sur l'emploi du Temps Moyen de Greenwich. On a reconnu par ces décisions les grands services que l'Observatoire avait rendu à la navigation. L'Observatoire a également poursuivi des recherches astronomiques d'une importance capitale dans beaucoup d'autres directions. On vient de le transférer à Herstmonceux Castle, dans le Sussex.

Le « Royal Observatory », l'institution scientifique la plus ancienne de la Grande-Bretagne, fut fondé par Charles II en 1675, dans le but pratique d'aider la navigation. Il n'y avait à ce moment-là aucune méthode pour déterminer la longitude en mer. On avait suggéré l'emploi d'une méthode fondée sur la mesure de la distance de la Lune aux étoiles brillantes voisines. Le roi en eut connaissance, et demanda à un comité de savants d'établir un rapport. Celui-ci fut rédigé par John Flamsteed (1646–1719), dont la réputation en astronomie appliquée était considérable. D'après ce rapport, l'écart entre la position de la Lune, telle que la donnent les meilleures tables, et la position réelle, peut atteindre un tiers de degré. Quant au catalogue d'étoiles de Tycho-Brahé, vieux de presque un siècle, il était rempli d'erreurs et incomplet. La méthode, correcte en théorie, n'était pas applicable « tant qu'on n'aurait pas rectifié la position des étoiles fixes, et fait de nouvelles tables du mouvement de la Lune donnant sa position dans le ciel avec une précision acceptable; il faudrait pour cela faire une grande masse d'observations, pendant quelques années ».

Charles II décida de fonder un observatoire pour faire les observations nécessaires, et chargea Flamsteed de faire le travail astronomique. Il fournit comme emplacement un terrain situé dans la partie la plus élevée de son parc de Greenwich. L'architecte fut Sir Christopher Wren. C'est là que Flamsteed commença ses observations en 1675. Sa position n'était pas facile: on ne lui donnait ni instruments ni assistants. Son ami et protecteur, Sir Jonas Moore, lui fit cadeau de deux horloges — œuvre de Tompion — et d'un grand sextant de fer. A l'aide de celui-ci, il fit, à lui tout seul, 20.000 observations en treize ans. Mais celles-ci ne pouvaient donner que des positions relatives. Ce fut seulement en 1689 que Flamsteed put installer un grand cercle mural et calculer des positions absolues.

Flamsteed organisait ses opérations avec un grand souci de précision. En fait, ce sont les premières dont on peut déduire clairement le phénomène d'aberration. Il introduisit de nouvelles méthodes en astronomie pratique. Beaucoup sont encore employées aujourd'hui. Il mena à bien une masse énorme de calculs, d'une façon systématique et ordonnée, pour améliorer les Tables du Soleil, de la Lune et des planètes, ainsi que pour élucider des points embrouillés dans la pratique et la théorie. L'ensemble de ses observations, y compris son grand catalogue de presque trois mille étoiles, fut imprimé à ses frais sous le titre d'*Historia Coelestis Britannica*. A sa mort, en 1719, l'impression était encore loin d'être finie. Telle fut la première grande contribution scientifique donnée au monde par l'Observatoire de Greenwich.

Edmond Halley (1656–1742), professeur de géométrie à Oxford, succéda à Flamsteed comme astronome de l'Observatoire Royal. C'était un homme aux idées originales et aux aptitudes variées, un maître dans de nombreux domaines scientifiques. Il trouva l'Observatoire sans équipement: la veuve de Flamsteed avait enlevé les instruments que son mari avait payés de ses propres deniers. Halley obtint un don de 500 livres du Board of Ordnance, grâce auquel il se procura un quadrant mural de 2,45 m, et une petite lunette méridienne. Pour améliorer les Tables de la Lune employées à l'époque, pour la détermination des longitudes, il se proposa d'observer la Lune pendant une révolution complète des points d'intersection de son orbite avec l'écliptique — presque dix-neuf ans — œuvre qu'il acheva, malgré son grand âge. Ses observations et ses Tables astronomiques générales furent publiées en 1749.

Le successeur d'Halley fut James Bradley (1693–1762), professeur d'astronomie à Oxford, très remarquable en astronomie pratique, et

observateur adroit. Bradley s'était déjà rendu célèbre par sa découverte, en 1728, du phénomène d'aberration de la lumière, au cours de l'observation avec un secteur zénithal de 3,65 m, de l'étoile zénithale, Gamma Draconis. Il poursuivit l'observation de cette étoile pendant une révolution complète des points d'intersection de l'orbite de la Lune avec l'écliptique, et, en 1748, annonça sa découverte de la nutation de l'axe de la Terre, dont il expliqua correctement la raison.

Bradley ajouta à l'équipement du laboratoire deux quadrants muraux et une lunette méridienne. Un don de 1.000 livres de l'Amirauté permit de payer ces instruments. Cet argent permit aussi d'acheter un secteur zénithal pour l'Observatoire. Avec ces instruments, il fit quelque 60.000 observations des étoiles fixes, entre 1750 et 1762, avec l'aide d'un seul assistant. Bradley établit les lois de la réfraction atmosphérique, et fut le premier à introduire des corrections pour la température et la pression de l'air. Ses observations surpassent en précision toutes celles de ses prédécesseurs: ce sont les premières qui soient assez précises pour pouvoir être utiles aux astronomes d'aujourd'hui.

Nevil Maskelyne (1732–1811) fut nommé à l'Observatoire Royal en 1765, à la mort, survenue peu après sa nomination, du successeur de Bradley, Nathaniel Bliss. Maskelyne s'intéressa vivement à la pratique de la navigation. Il se convainquit lui-même, par des essais en mer, que la méthode des distances lunaires était enfin devenue applicable. En employant les nouvelles Tables de la Lune, préparées par Tobias Mayer, et publiées aux frais du Bureau des Longitudes, on pouvait déterminer la longitude avec une précision satisfaisante. Maskelyne aida précieusement la navigation en préparant le *Nautical Almanac*, publié pour la première fois en 1767. Il en poursuivit la publication annuelle pendant 44 ans, jusqu'à sa mort. L'invention du chronomètre de marine par John Harrison, menuisier du Yorkshire (1693–1776), avait apporté une solution pratique au problème de la longitude. Cependant, il fallait encore des observations astronomiques pour contrôler les erreurs et l'allure du chronomètre.

Maskelyne apporta diverses améliorations aux instruments et aux méthodes d'observations de la Lune, pour pouvoir corriger les Tables Lunaires de Mayer. On observait régulièrement le Soleil, la Lune, et trente-six étoiles fondamentales. Sa détermination du mouvement propre de ces étoiles fournit les données utilisées par William Herschel pour déduire le mouvement du Soleil dans l'espace. En 1774, Maskelyne mesura pour la première fois la densité et la masse de la terre, qu'il déduisit de l'observation des déviations de la verticale du fil à plomb, au nord et au sud de la montagne de Schiehallion. Il obtint une densité moyenne de 4,7. Ce résultat est conforme à la valeur réelle, dans les limites de l'erreur entraînée par l'incertitude sur la masse de la montagne.

La précision des mesures s'accroît progressivement sous la direction de John Pond (1767–1836) qui succède à Maskelyne en 1811. La construction d'un nouveau cercle mural, demandée par Maskelyne, fut achevée en 1812, et une lunette méridienne de 12,7 cm remplaça la petite lunette méridienne de Bradley en 1816. Pond introduisit l'emploi d'un horizon de mercure pour déterminer les flexions de l'instrument et la position des nadirs. Son catalogue de positions de 1.112 étoiles, terminé en 1833, est la meilleure contribution de l'époque à l'astronomie de position.

En 1818, le contrôle de l'Observatoire fut transféré du Board of Ordnance au Ministère de la Marine, et en 1821, l'Observatoire eut à s'occuper des chronomètres utilisés dans la Marine Royale. On inaugura en 1833 le premier signal horaire public; c'était une boule horaire qu'on laissait tomber à 1 heure de l'après-midi du sommet d'un mât élevé sur la construction de Wren. Les bateaux dans les parties voisines de la rivière et dans les docks pouvaient ainsi mettre à l'heure leurs chronomètres.

A la démission de Pond en 1835, on demanda à George Biddell Airy (1801–92) de réorganiser l'Observatoire. Airy, élu professeur de mathématiques à Cambridge en 1826, devint professeur d'astronomie, et directeur du nouvel Observatoire de Cambridge en 1828. C'était un homme aux habitudes rigides, avec une discipline intellectuelle stricte, des intérêts très variés, et des aptitudes exceptionnelles. Sous sa longue direction, l'Observatoire acquit une grande réputation: Airy devint la personnalité la plus importante de l'astronomie de son époque, et fut appelé à donner son avis au Gouvernement sur des sujets très variés. Par exemple, il fut président de la Commission chargée de la reconstitution des étalons de longueur et de poids, après leur destruction dans l'incendie du Parlement. A l'apparition des navires en fer, il établit les méthodes, encore employées, pour corriger les boussoles des bateaux.

On poursuivit systématiquement, et avec une grande énergie, les observations méridiennes, travail traditionnel de l'Observatoire, en apportant

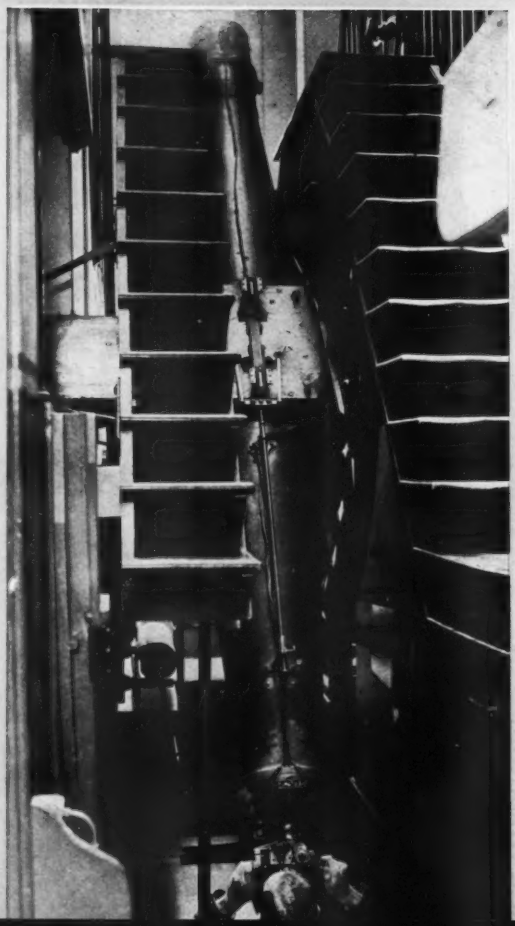
FIGURE 1 – *Intérieur de la Salle de l'Octogone au temps de Flamsteed, avec les deux horloges de Tompion* (A *et* B), *et le quadrant utilisé pour la plupart des observations de* 1675 *à* 1689.

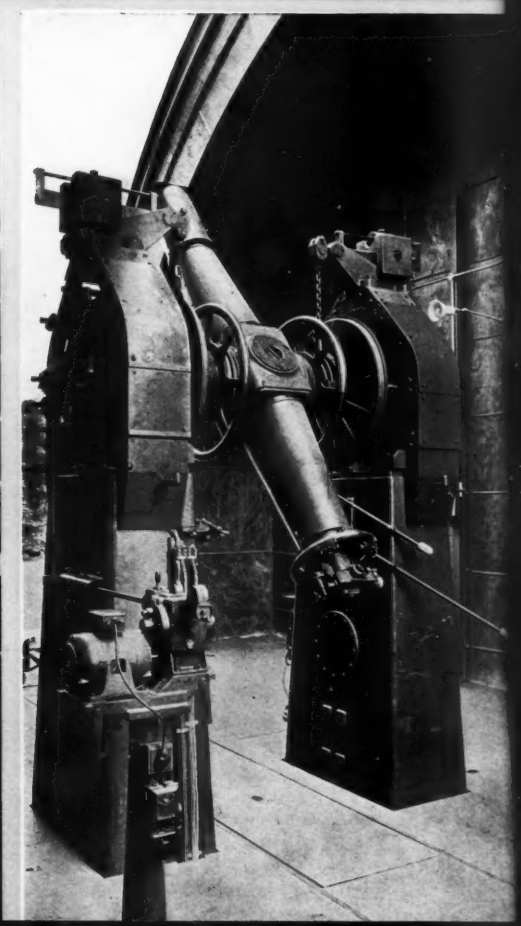
FIGURE 2 – *Portrait de John Flamsteed, Directeur de l'Observatoire Royal,* 1675–1719.

FIGURE 3 – *Portrait de Sir George Airy, Directeur de l'Observatoire Royal,* 1835–81.

FIGURE 4 (*au-dessus*) – *Le Château de Herstmonceux, qui abritera désormais l'Observatoire Royal.*

FIGURE 5 (*à droit*) – *Le télescope photographique de 66 cm de Thompson et le télescope de Yapp de 91 cm, avec son spectroscope sans fente.*





une attention toute particulière à l'observation des planètes, bien négligée par Pond. On installa en 1847 une lunette altazimuthale pour permettre d'observer la Lune aux points de son orbite ou elle ne pouvait être observée sur le méridien. Airy fit le plan d'un grand cercle méridien pour faire le travail réalisé auparavant par la lunette méridienne et le cercle mural. On commença à s'en servir en 1851. Ce célèbre instrument, qui devait servir plus tard à la définition du méridien origine, est encore employé aujourd'hui; on a fait avec lui plus de 650.000 observations du Soleil, de la Lune, et des planètes. Un développement naturel du travail méridien, rendu possible par l'introduction du téléphone, fut la communication de l'heure aux Postes, aux chemins de fer, et aux bassins de l'Amirauté. Ce n'est qu'en 1880 que l'Heure Moyenne de Greenwich fut adoptée comme heure légale en Grande-Bretagne.

Airy se rendit compte bientôt qu'il fallait développer dans d'autres directions le travail de l'Observatoire, jusque-là restreint à l'astronomie de position. On créa en 1840 une section de magnétisme et de météorologie. On faisait habituellement les observations magnétiques d'abord par intervalles, de jour et de nuit, mais, en 1848, on introduisit l'enregistrement photographique continu. Ces observations furent poursuivies à Greenwich jusqu'en 1923. A ce moment-là, l'électrification des chemins de fer locaux nécessita le transport des instruments en un nouvel endroit, un observatoire magnétique séparé, installé à Abinger dans le Surrey. C'est l'Observatoire Royal qui possède la série continue d'observations magnétiques la plus longue du monde.

Les associations entre les perturbations magnétiques terrestres et les taches du Soleil suggéra la nécessité d'une étude simultanée de ces deux phénomènes connexes. C'est pourquoi, en 1873, on installait un photohéliographe, pour obtenir une photographie régulière journalière du Soleil. On commença aussi des observations analogues à l'Observatoire du Cap (Afrique du Sud). Les photographies furent envoyées à Greenwich. Les deux séries combinées constituent un enregistrement pratiquement continu de la surface du Soleil, qui s'est révélé très utile dans diverses investigations.

L'équipement fut complété par deux lunettes équatoriales — la lunette de Mertz, de 32 cm, était un grand instrument pour l'époque. On observa des comètes, des étoiles doubles, des détails planétaires. A la naissance de l'astrophysique, on ajouta, en 1874, un spectroscope pour l'observation visuelle.

Ces nouveaux développements, et la grande activité de l'Observatoire sous la direction d'Airy avaient entraîné un accroissement correspondant du personnel. Pendant les 150 premières années de l'existence de l'Observatoire, le travail qu'on y faisait était principalement le travail personnel de l'Astronome Directeur. Mais à cette époque, l'Observatoire devenait une grande institution, avec des programmes de travail très variés, auxquels le personnel tout entier coopérait. On ne peut mentionner ici que les principaux développements depuis 1881, sous l'administration de Sir William Christie (Directeur de 1881 à 1910), de Sir Frank Dyson (Directeur de 1910 à 1933), et de l'auteur.

L'emploi en astronomie de la photographie a amené des développements rapides et importants. Une des premières applications photographiques fut la *Carte du Ciel* — carte photographique et catalogue du ciel tout entier, résultat de la coopération de plusieurs observatoires, employant des télescopes astrographiques semblables, de 33 cm d'ouverture. Greenwich fut chargé d'une calotte de 25° de rayon autour du pôle nord céleste. Cette région du ciel est devenu un fief

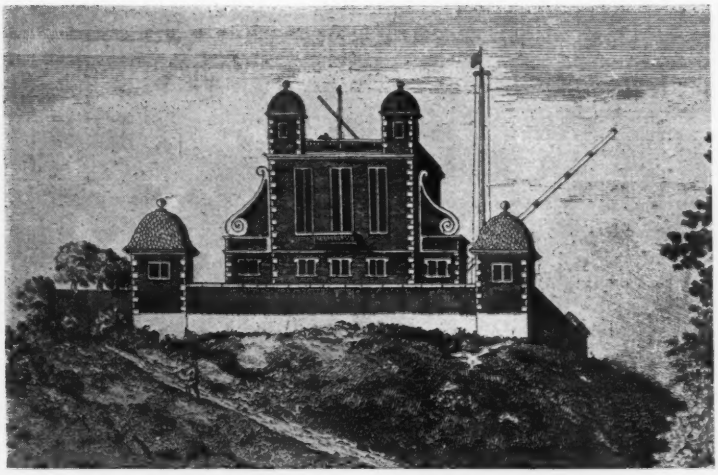


FIGURE 6 – *L'Observatoire vu du nord, du temps de Flamsteed.*

de l'Observatoire de Greenwich. On y a concentré les observations pour obtenir des renseignements supplémentaires sur les étoiles qui s'y trouvent. Cette région fut photographiée à nouveau complètement environ vingt-cinq années après pour déterminer le mouvement propre des étoiles. On a mesuré les distances entre beaucoup des étoiles avec la lunette de 66 cm, cadeau offert en 1894 par Sir Henry Thompson, en même temps qu'un télescope de 76 cm. On a également déterminé des magnitudes, et des longueurs d'onde (ce qui permet de mesurer leur couleur) pour des étoiles de cette région.

On a ajouté une lunette à observation visuelle de 71 cm en 1894. On l'a utilisée surtout pour observer des étoiles doubles. En 1931, Mr W. J. Yapp offrit à l'Observatoire un télescope de 91 cm, ainsi qu'un spectrographe sans fente, et un spectrographe à fente, pouvant fonctionner avec un prisme ou trois prismes. Cet instrument a servi à l'étude du rayonnement thermique des étoiles, et pour des études spectrographiques d'ordre général.

En 1884, le State Department des Etats-Unis réunit une conférence à Washington pour obtenir un accord international sur le choix d'un méridien origine, et l'établissement d'un système de fuseaux horaires fondé sur ce méridien. En raison des relations étroites et prolongées entre les recherches de l'Observatoire de Greenwich et les problèmes de la navigation, on ne considéra sérieusement aucune autre possibilité que le méridien de Greenwich. On adopta comme origine le méridien qui passe au centre de la lunette méridienne d'Airy, et l'on préconisa un système de fuseaux horaires fondé sur l'Heure Moyenne de Greenwich, maintenant d'un usage presque universel.

Les observations méridiennes forment toujours une part importante du travail de l'Observatoire. Comme une précision plus grande était nécessaire, on a installé en 1936 une nouvelle lunette méridienne réversible. La radio permet de faire connaître l'heure exacte à une plus vaste étendue de la terre. La British Broadcasting Corporation inaugura en 1924 ses signaux horaires « six pips ». Depuis 1927 on retransmet deux fois par jour, de la station de Rugby, des signaux horaires rythmiques spéciaux pour la navigation. Ces signaux, qu'on peut recevoir sur toute la terre, permettent au navigateur de contrôler ses chronomètres. La vieille méthode des distances lunaires est maintenant démodée. Par l'« horloge parlante » de la Poste, installée en 1936, et contrôlée par des signaux horaires de l'Observatoire, on peut connaître l'heure de Greenwich partout en Grande-Bretagne. En même temps, les besoins pratiques ont nécessité une grande amélioration dans la précision de la mesure du temps. L'Observatoire se sert maintenant complètement d'horloges à cristal de quartz. On en a déjà installé dix-huit. On construit en ce moment un tube photographique zénithal de 25,4 cm, d'un modèle spécial. Il permettra d'augmenter considérablement la précision dans la détermination de l'heure.

De temps à autre, on a envoyé des expéditions dans diverses parties du monde pour observer des éclipses totales du Soleil. On peut mentionner ici l'expédition au Brésil, pour l'éclipse du 29 mai 1919, qui a permis d'observer pour la première fois la courbure des rayons lumineux au voisinage du Soleil prédite par Einstein.

Greenwich était un village de campagne quand on y a établi l'Observatoire en 1675. Par suite de l'extension de Londres, surtout pendant les dernières décades, l'Observatoire est entouré d'une zone de constructions serrées, avec beaucoup d'usines en son voisinage. Les fumées et l'éclat du ciel nocturne dû aux lumières de Londres se sont opposés progressivement aux observations astronomiques. Rien ne pouvait plus justifier l'installation de nouveaux télescopes plus puissants à Greenwich. En dépit d'une longue tradition, il fallait déplacer l'Observatoire de Greenwich, s'il devait être encore en mesure d'apporter des contributions importantes au développement de l'Astronomie. Après étude d'un grand nombre de sites possibles, on acheta le Château de Herstmonceux, dans le Sussex, bâti en 1440, avec quelque 180 hectares de terrain tout autour. On en est actuellement aux premières étapes du transfert de l'Observatoire à Herstmonceux. Le Gouvernement a accepté de fournir un grand télescope de 254 cm d'ouverture, dont l'Observatoire Royal de Greenwich (tel sera le nom du futur Observatoire) et les autres observatoires de Grande-Bretagne se partageront l'emploi; on montera en temps utile à Herstmonceux ce nouvel instrument puissant. C'est, après les 272 années passés à Greenwich, une ère nouvelle qui s'ouvre dans l'histoire déjà longue de l'Observatoire, pleine de possibilités et de promesses pour l'avenir.

Monnaie britannique et alliages monétaires

W. A. C. NEWMAN

La fabrication des pièces de monnaie soulève des problèmes métallurgiques très intéressants; en effet, pour des motifs historiques et économiques on doit souvent utiliser des alliages fort différents de ceux qu'on choisirait pour leur commodité. La vérification des pièces présente aussi des difficultés, parce que, du fait de la ségrégation de certains des alliages employés, la composition du moulage n'est pas uniforme.

L'histoire de la monnaie est longue et complexe, mais les principes à sa base sont relativement simples. Le troc est une des premières méthodes d'échange, mais il a été discrédité par la fraude, et aussi à cause de son caractère peu commode. Il ne faut cependant pas oublier que le troc entre nations et entre individus existe de nos jours, et que le transfert d'argent proprement dit est rarement nécessaire dans les grosses transactions internationales.

Très tôt il s'avéra difficile d'échanger des objets dont on ne pouvait fixer la valeur parce qu'ils n'avaient rien en commun; leur accumulation forcée par celui qui avait la chance d'en disposer en excès de ses besoins devint une source d'embarras et d'encombrement. On en vint donc tout naturellement à un système où les valeurs étaient rapportées à celle d'un objet commun, le coquillage par exemple.

Ces monnaies primitives simplifièrent bien des problèmes d'échange, car elles permettaient de fixer et de maintenir des valeurs constantes pour les marchandises. Mais, comme des objets tels que les coquillages sont fragiles, on rechercha bientôt des matériaux plus durables, pour éviter — au sens propre — que la monnaie ne fût gaspillée. Tour à tour on essaya des silex, des roches dures et des métaux natifs, mais l'emploi de matériaux aussi communs présentait toujours le même risque d'inflation. On peut dire que l'âge de la monnaie en métal a commencé avec la découverte de l'électrum — un alliage grossier d'or et d'argent — et de gisements d'autres métaux durables tels que l'or, l'argent et le cuivre (souvent mélangé à des métaux vils).

Il fallait aussi fixer la valeur des blocs de métal grossiers et irréguliers employés au début: on prit l'habitude de leur donner la forme régulière de disques ou de carrés ayant des poids déterminés et portant, non seulement de petits signes numériques, mais aussi des motifs difficiles à copier.

Progressivement on arriva au système monétaire actuel, dans lequel les poids et la composition des pièces sont soumis au contrôle légal, et les motifs de l'avers et du revers sont soigneusement choisis afin d'indiquer la valeur et le pays d'origine.

Dans l'Egypte ancienne, et plus tard dans l'Empire romain, le cuivre servait d'étalon. La livre romaine de cuivre s'appelait *as*, d'où le nom, pour le Trésor, de *Aerarium*, ou entrepôt de cuivre. Vers le milieu du troisième siècle avant J.-C. l'argent servait aussi aux échanges. L'unité d'argent était la sesterce, et plus tard le denier, ou 10 sesterces. Le mot latin *denarius* a survécu dans l'abréviation anglaise 1d. pour un penny.

L'expansion du commerce et l'accroissement de la richesse rendirent les pièces en argent inadéquates, et les lingots d'or les remplacèrent pour les grandes transactions, le cuivre et l'argent ne servant plus que de monnaie fiduciaire.

A l'origine on se servait de ces trois métaux principaux à l'état brut ou affinés de façon rudimentaire. Leur durabilité provenait en partie des impuretés qu'ils contenaient. C'est pour une raison semblable qu'on préfère les alliages aux métaux purs: seul le nickel est employé à l'état pur pour le monnayage; néanmoins, le zinc et l'aluminium ont aussi été essayés, en dépit de leurs désavantages naturels.

Ce n'est qu'au XIIIème siècle que la monnaie en or fut soumise au contrôle légal en Angleterre.

Au début, les pièces d'Henri III (1207–72) étaient en or presque pur, et l'unité était le penny-or. Puis vinrent le florin, le noble, le noble à la rose, l'angelot, la couronne, la guinée et le souverain. Du temps de Jacques I le titre fut fixé à 22 carats, soit 916,6 millièmes, et il resta à cette valeur sous tous les règnes suivants. Un poids de vingt livres troy d'or à ce titre donnait 934 souverains et un demi-souverain.

Dans les premiers temps, l'alliage d'or contenait de l'argent et du cuivre. Ce dernier était

ajouté à dessein pour former un métal ouvrable et résistant à l'usure; le premier s'y trouvait parce que les procédés d'affinage étaient imparfaits. Mais, en 1867, grâce au procédé d'affinage au chlore de Miller, l'argent put être extrait de l'or, et depuis ce moment l'alliage ne contient plus que du cuivre.

L'histoire des pièces d'argent en Grande-Bretagne révèle une série de changements. Du temps des Saxons le titre de l'argent sterling fut fixé à 925 millièmes. Le nom même de « sterling » dérive des « Easterlings » (peuple de l'Est), originaires des Pays-Bas, qui se livraient au négoce en Grande-Bretagne, et ont peut-être été employés à frapper les pièces. Plus tard le sterling devint synonyme d'étalon-argent, mais il prit aussi un autre sens, celui de valeur internationale du crédit britannique. Le terme « argent-sterling » s'emploie encore, surtout pour désigner des objets en argent poinçonnés au titre légal de 925.

Depuis 1527 on se sert principalement de la livre troy pour peser la monnaie en or et en argent. Elle est subdivisée en onces, pennyweights et grains; le pennyweight est égal à 24 grains.

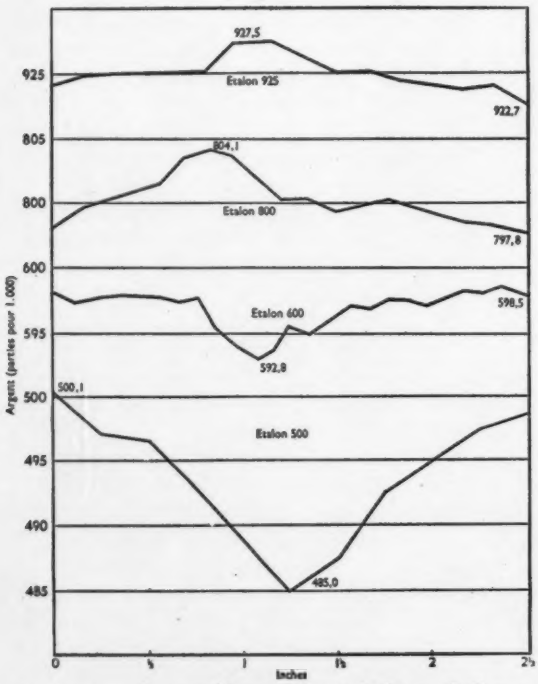


FIGURE 1 – *Les graphiques ci-dessus indiquent l'effet que le phénomène de liquation peut avoir sur la composition d'un alliage argent-cuivre en différents points de la largeur d'une barre de 6 cm de large. L'effet est bien plus prononcé dans l'alliage aux 500 millièmes, que dans l'alliage à 925.*

Auparavant il y avait eu d'autres unités, la Tower Pound, la Goldsmiths' Pound et la Moneyers' Pound. Un douzième de la dernière (1 once) ne contenait que 450 grains, alors que l'once troy actuelle en a 480, et le pennyweight n'avait que 22½ grains. A l'époque des Normands on frappait 240 pence au moyen d'une livre en argent sterling: c'est l'origine de l'expression « livre-sterling »; mais elle a perdu ce sens, et aujourd'hui elle désigne le pouvoir d'achat du billet d'une livre.

La dépréciation de l'argent commença sous Edouard I (1279), qui porta de 240 à 243 le nombre de pence dans une livre troy. Henry VIII l'éleva à 576 et réduisit le titre à 333⅓ millièmes, réalisant ainsi un beau profit personnel. Le titre minimum de 250 à peine fut atteint sous le règne suivant, celui d'Edouard VI (1550). Elisabeth, au contraire, eut la sagesse de l'élever de nouveau à 925, où il resta jusqu'en 1921. Lorsque ce changement permanent eut lieu, le pouvoir d'achat de l'argent avait tellement changé qu'il n'était plus possible de revenir à l'ancienne équivalence de vingt shillings à la livre troy: il fallut conserver un rapport plus élevé, d'abord de 60, puis de 62 shillings, qui fut maintenu pendant deux siècles. En 1816, sous le règne de Georges III, l'or était adopté comme seul étalon, et l'argent ne servit plus que de monnaie fiduciaire; d'autre part, la livre troy d'argent permettait de frapper 66 shillings.

Les poids des pièces divisionnaires (y compris celles en cupro-nickel) n'ont pas changé jusqu'à ce jour; ils dérivent de la livre troy comme on l'a dit plus haut. Il en résulte que, quelle que soit la manière de former 5s. 6d. (66 pence) en pièces d'argent, le poids total d'argent est toujours d'une once, soit $\frac{1}{12}$ d'une livre troy.

Lorsqu'en 1920 la valeur de l'argent atteignit 80 pence à l'once, et qu'il était avantageux de fondre les pièces aux 925 millièmes pour en récupérer l'argent, le titre fut abaissé à 500, mais les poids restèrent les mêmes. En 1947 il fut décidé d'abandonner l'usage des pièces à base d'argent, même comme monnaie fiduciaire; elles furent remplacées par des alliages vils au cupro-nickel. Cette mesure fut prise pour des raisons économiques, et résultait de l'accord de Prêt-Bail signé avec les Etats-Unis pendant la guerre.

Il est donc clair qu'on ne s'est pas basé uniquement sur les qualités métallurgiques appropriées pour choisir des alliages monétaires déterminés, mais que les exigences politiques ou économiques du moment ont aussi joué leur rôle. Ces facteurs sont encore très puissants.

Au milieu du XIXème siècle, on fit une sérieuse tentative en vue d'uniformiser le titre et le poids de diverses monnaies nationales. Jusque-là, tandis que le système troy était en vigueur en Grande-Bretagne, il y en avait d'autres sur le Continent. Cela donnait lieu au passage de la monnaie d'un pays dans un autre, si elle y avait temporairement une plus grande valeur intrinsèque. Des difficultés semblables se sont présentées récemment dans l'Empire britannique même: à un moment donné des pièces britanniques circulaient en Rhodésie, alors que l'Union de l'Afrique du Sud adhérait encore à l'étalon-or, et les pièces étaient passées en fraude de l'autre côté de la frontière, où leur valeur d'échange était plus élevée; les stocks s'épuisèrent à tel point qu'il fallut créer une monnaie toute nouvelle.

La convention de 1865, connue sous le nom d'Union Monétaire Latine, marqua la première étape dans la standardisation en Europe. Elle unifia les monnaies de France, de Belgique, d'Italie et de Suisse; l'étalon-or était à 900, et celui de l'argent à 900 ou à 835 selon les pays.

Il est heureux que presque tous les alliages d'argent et de cuivre donnent un métal propre à la manufacture des pièces. Il y a quelques années on a même pu employer l'eutectique (c.-à-d. l'alliage ayant le point de fusion le plus bas), qui contient 72,8% d'argent, malgré sa tendance connue à la fêlure intercristalline. Depuis 1929, lorsque le titre fut abaissé de 925 à 500 en Grande-Bretagne, on a ajouté deux autres métaux à l'alliage, afin d'obtenir une blancheur agréable, semblable à celle de l'étalon qui avait existé si longtemps.

Voyons maintenant quelles sont en général les qualités qu'on exige des alliages monétaires. Pour le monnayage, l'alliage doit pouvoir être coulé convenablement en donnant des barres solides avec de bonnes surfaces; il doit être ductile pour faciliter le laminage, sa composition doit être uniforme, et il doit pouvoir couler lorsqu'il est frappé dans des presses. Pour la circulation des pièces il faut que les alliages soient durables, bien sonores, difficiles à contrefaire, qu'ils ne se ternissent pas aisément et qu'ils soient agréables à l'œil.

Que leur composition change ou non, il importe surtout que les pièces conservent à peu près leur couleur et leur résistance à l'usure. Cette condition remplie, il est également souhaitable, selon les mots de William Morris: « Que le travail soit bien fini, pour que les gens aient du plaisir à manipuler des objets qu'ils sont obligés d'employer ».

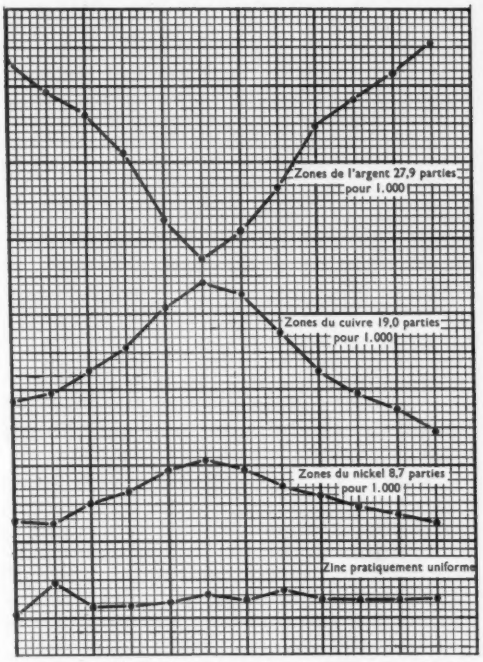


FIGURE 2 – *Variations dans les pourcentages de chacun des constituants d'un alliage quaternaire argent, cuivre, nickel et zinc dans le sens de la largeur d'un ruban laminé de* 6,03 *cm de large* (*Smith*).

L'acte de 1920 du Parlement britannique, abaissant le titre à 500 millièmes, causa l'un des plus grands problèmes de la métallurgie monétaire depuis Edouard VI; car en ce temps-là, on n'avait guère d'autre idéal que de retirer des bénéfices, et l'on se préoccupait plus de remplir le trésor que de l'aspect extérieur des pièces.

L'introduction de l'alliage à 500 en 1921 attira l'attention sur une propriété particulièrement marquée dans les alliages à base d'argent, notamment la liquation (c.-à-d. la liquéfaction partielle produite par la chaleur), et la ségrégation inverse. Ce phénomène se présente aussi dans certains bronzes.

Dans le cas des alliages de cuivre et d'argent autres que l'eutectique, on remarque que l'un des métaux se concentre plus à la surface qu'au centre de la barre. Le métal qui se sépare ainsi est toujours celui qui abaisse le point de fusion de l'alliage quand on l'y ajoute. L'alliage eutectique est d'une composition constante à travers la barre. Dans les alliages contenant plus d'argent que les 72,8% de l'eutectique, le cuivre est le plus concentré à la surface, et l'argent au centre; l'inverse se produit dans les alliages ayant moins de 72,8%.

L'alliage à 500 de 1921 est dans cette dernière catégorie, et la différence de titre entre l'extérieur et le milieu d'une barre de 6 cm de largeur atteint jusqu'à 2 ou 3% dans les conditions ordinaires de fabrication (figure 1). Cette circonstance eut plusieurs effets importants. Elle impliquait que la seule manière d'obtenir un échantillon exact des barres d'alliage était de prendre un peu de métal en fusion, et de le granuler dans l'eau froide, ce qui permettait l'essai de granulages complets. Des coupures des barres coulées n'offraient pas de garanties de précision, encore qu'on pût obtenir une valeur approchée en découpant une lame le long de la ligne centrale des flans. Du fait de la ségrégation, il n'était pas souhaitable de fondre l'alliage en grands blocs ni de le couler en très grandes barres, car la ségrégation échappait au contrôle, et ses effets sur la pièce finale étaient imprévisibles.

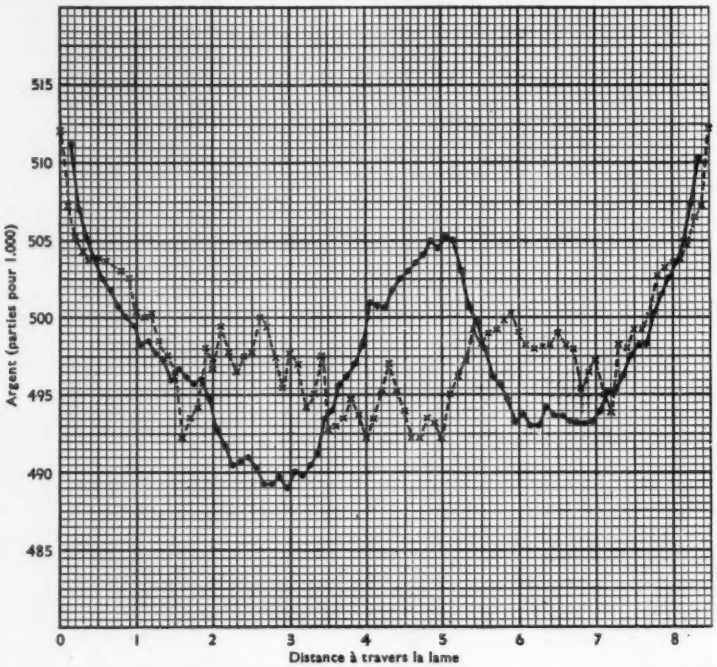


FIGURE 3 – *Les phénomènes de liquation dépendent dans une large mesure de la taille du lingot. Le graphique ci-dessus indique la manière dont le pourcentage d'argent varie dans une lame prise sur un lingot de 25 × 5 cm. L'alliage employé contenait 500 parties d'argent, 400 de cuivre, 50 de nickel et 50 de zinc pour 1.000 parties de l'alliage. La courbe grasse correspond au milieu de la lame, la courbe brisée à une ligne à 20 cm au-dessous du haut de la lame.*

Bien que la concentration de l'argent dans l'alliage à 925 fût un peu plus grande au milieu de la barre, l'effet n'était pas aussi marqué que dans celui à 500. En procédant prudemment, on pouvait maintenir le titre du premier dans les limites des ± 4/1.000es. imposées par la loi sur le monnayage, mais ce n'était plus possible pour l'alliage à 500, et il fallut étendre ces limites à 5/1.000es. pour un poids de pièces de 12 onces troy.

L'échantillonage des pièces finies, découpées en deux rangées étagées dans des lames, présentait des difficultés pour la même raison: certaines parties des pièces individuelles provenaient de régions riches en argent, les autres des régions pauvres. Théoriquement, des sections centrales ayant à peu près la grandeur nécessaire pour les essais devraient donner des résultats semblables, à condition que la liquation soit toujours régulière et que les sections se trouvent toujours à une distance fixe de la ligne centrale de la lame. Dans la fabrication réelle on ne peut évidemment garantir ces facteurs. C'est pourquoi on a recours à des sections diamétralement opposées les unes aux autres, et sous-tendant chacune un angle droit au centre. Il est démontré mathématiquement qu'on peut obtenir un essai exact de tout flan découpé d'une rangée régulière le long d'une lame, en y poinçonnant trois coins équidistants sur un cercle concentrique à la pièce; ce cercle a les $\frac{6}{10}$ du rayon de la pièce.

Afin de préserver la blancheur des pièces à titre réduit, on ajouta 10% de nickel à la première série. Pour produire la pellicule initiale d'argent fin, destinée à empêcher que les pièces ne se ternissent pendant l'emmagasinage et au début de leur circulation, il faut les oxyder plus profondément dans le dernier recuit avant l'estampage, et décaper plus fort, par conséquent, pour enlever les oxydes ainsi produits. Les pièces au nickel résistent bien à l'usure, mais leur manufacture suscite des problèmes, à cause surtout de l'insolubilité mutuelle de l'argent et du nickel, ce qui donne un manque d'uniformité aux propriétés physiques.

Le remplacement du nickel par 5% de manganèse créa des problèmes de production semblables,

et la tendance à l'écaillage n'était pas surmontée. Néanmoins, il est intéressant de noter qu'à la suite d'une étude de la solubilité du manganèse et du cuivre dans l'argent, on a préparé un alliage de 50% d'argent, de 8,9% de manganèse, le reste étant du cuivre: cet alliage ne présentait pas de liquation. Mais les bandes étaient trop dures et difficiles à laminer. Pendant la guerre de 1914–18, des métallurgistes américains démontrèrent qu'en employant le manganèse électrolytique le plus pur, on facilite le laminage.

Un alliage d'argent et de cuivre à parts égales offrait de nombreux avantages pour la fabrication, mais il avait forcément une tendance marquée à la liquation. De plus, l'alliage est nettement rose, et ainsi, lorsque la pellicule initiale d'argent fin s'était usée par le frottement, la couleur naturelle était exposée, surtout aux endroits les plus en relief.

Après plusieurs années de recherches on aboutit à un alliage contenant 50% d'argent, 40% de cuivre, 5% de nickel et 5% de zinc. Sa couleur naturelle était agréable et ressemblait à celle de l'ancien alliage à 92,5% d'argent. De plus, il n'y avait aucune difficulté à le fondre et à le mouler, si l'on s'assurait que le nickel entrait dans la coulée finale sous forme d'un alliage primaire de cuivre, de nickel et de zinc, qui le protégeait de l'argent. On vit que le zinc se partageait également entre l'argent et les métaux vils. On pouvait contrôler la marge de liquation, et respecter les limites légales. Il est intéressant de noter que les métaux vils montraient des caractéristiques de distribution individuelles comme on le voit dans la figure 2.

Nous avons déjà indiqué que l'obligation de contrôler la composition de la monnaie dans les limites étroites définies par la loi excluait le moulage de grands lingots, puisque le degré de liquation rend ce contrôle malaisé. On étudie actuellement l'effet de la grandeur du lingot et de la masse de métal en général sur les phénomènes de liquation. Une première courbe obtenue par E. G. V. Newman pour un lingot de 30 cm. × 5 cm. montre les complexités auxquelles on doit s'attendre (figure 3). Des différences de température à l'intérieur du métal et dans les moules, et les vitesses de moulage et de solidification, sont parmi les facteurs qui exercent une influence considérable sur le résultat final.

L'avènement des alliages au cupro-nickel au lieu d'alliages à l'argent comme principale monnaie fiduciaire en Grande-Bretagne a supprimé une des grandes difficultés du monnayage, la liquation, puisque le cuivre et le nickel sont mutuellement solubles en toute proportion. Par contre, il y a d'autres difficultés inhérentes à cet alliage. Le moulage doit se faire à haute température (environ 1.400° C). A cause de la conductibilité thermique les moules eux-mêmes doivent avoir des parois particulièrement épaisses. L'absorption de carbone peut se produire pendant la fonte, et ceci rend la bande cassante. On arrive à récupérer une telle bande en la refondant avec 0,2% d'oxyde cuivrique ou de bioxyde de manganèse placés dans le fond du creuset. Si le recuit a lieu à une température trop élevée, par exemple à 800° C, le carbone dans le flan risque de se transformer en graphite; les flans ont alors un cassant de « biscuit », et doivent être renvoyés pour subir un traitement spécial au cours de la refonte.

Le cupro-nickel est blanc au début, mais il tend à jaunir par suite d'une faible oxydation de l'excès de cuivre. Ce phénomène est plus accentué dans les climats chauds et humides, il l'est moins là où la circulation est assez continue dans les régions tempérées.

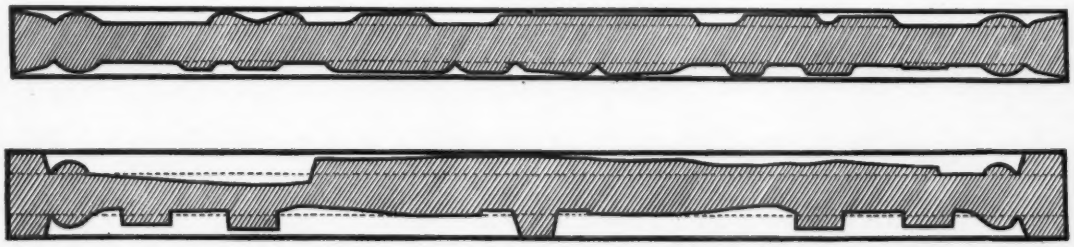


FIGURE 4 – *Lorsqu'on fait le modèle de pièces dont l'avers et le revers seront frappés en même temps, il faut veiller à ce que les sommets d'une face correspondent aux vallées de l'autre, de sorte qu'aucun endroit ne soit affaibli par dénudation. La base des divers reliefs ne doit pas être trop accentuée, car cela produirait des « ombres » sur l'autre face. Le dessin du haut représente une section d'une pièce bien conçue; celui du bas illustre les divers défauts mentionnés.*

Dans la plupart des détails essentiels, les opérations du monnayage sont semblables à celles des autres industries des métaux non-ferreux. Cependant, on doit préparer les matrices avec un soin particulier, puisque les pièces finies doivent non seulement être conformes aux règlements concernant le poids et la composition, mais également être identiques en relief et en motif. Il faut que les motifs se révèlent complètement sur l'avers et le revers, que les signes caractéristiques essentiels soient reproduits avec précision, et que l'ensemble soit suffisamment artistique. Les deux premières conditions dépendent du monnayeur, les deux dernières de l'artiste ou du dessinateur.

Pour créer un modèle de monnaie (ou de médaille), l'artiste, tout comme le manufacturier, doit posséder une connaissance approfondie des propriétés physiques générales des métaux et des alliages, et surtout celles de l'alliage à employer avec des matrices déterminées. Au cours de la frappe simultanée de l'avers et du revers, le métal de chaque face coule de façon appréciable des parties creuses aux endroits plus saillants. Le dessinateur doit en tenir compte, et disposer les sommets et les vallées sur chaque face de telle sorte qu'au cours de la frappe la pièce ne soit nulle part dénudée par suite de l'écoulement de métal dans un relief opposé. En même temps, afin que les motifs soient uniformes partout, il doit s'assurer qu'il y ait assez de métal pour remplir les sommets. La base des reliefs ne peut être trop accentuée, car cela produirait des « ombres » sur l'autre face. Les caractéristiques d'écoulement des alliages choisis, qui dépendent de leur ductibilité et de leur élongation, ont donc une importance primordiale. La figure 4 donne des exemples typiques de ces flux et reflux.

Les artistes ont le choix entre deux moyens pour faire leur modèle. Certains découpent directement leur modèle incus dans une pièce matrice en acier doux; c'est la méthode qu'employaient autrefois les maîtres médailleurs, mais ils sont malheureusement devenus très rares. D'autres font un modèle en relief dans du plâtre, sur lequel on dépose électrolytiquement un fondement en nickel, puis du cuivre, et souvent, en dernier lieu, une pellicule dure de chrome. Ce modèle en relief est ensuite placé sur une machine réductrice, dont le poinçon tourne à grande vitesse: une réplique exacte du modèle, ayant la grandeur de la pièce à frapper, est ainsi découpée par la machine dans une pièce d'acier doux à matrices contenant 1% de carbone; ensuite, on la trempe et le coin obtenu est frappé d'une série de coups sur un deuxième flan, et produit ainsi les matrices incuses.

Depuis de longues années une polémique vigoureuse est engagée sur les mérites respectifs des deux méthodes. Les artisans manuels prétendent, non sans raison, que le concours des machines modernes ne donne pas le même fini, le même art que la méthode plus lente des médailleurs d'autrefois. Ils pensent que le sentiment de l'artiste ne se transmet pas à la pièce finale, et que par conséquent, on perd la délicatesse qui distinguait les maîtres anciens. Par contre, pour produire en masse des matrices absolument identiques, il a fallu l'aide d'une machine de précision, et l'artiste moderne est forcé de s'en servir.

Dans la fabrication des médailles à circulation limitée, l'artisan est plus libre de s'exprimer. Les reliefs sont plus marqués et le travail est plus personnel. Mais ici encore, la machine réductrice est entrée dans les mœurs, parce qu'elle est adaptable, et aussi parce que c'est en relief, et non en creux, que les artistes ont appris à dessiner.

Le tube à décharge à haute intensité

J. N. ALDINGTON

L'émission de lumière qui accompagne la décharge électrique dans un gaz est bien connue depuis longtemps. Ce n'est pourtant que récemment qu'on a appliqué la décharge à la production d'éclairs intenses de très courte durée. Ces éclairs permettent l'observation, visuelle ou photographique, de phénomènes transitoires très variés. On a découvert que l'emploi de mélanges de gaz, comme le néon et le krypton, permettait d'obtenir une lumière pratiquement blanche, ce qui est tout particulièrement utile pour ce genre d'étude.

La décharge électrique à travers un gaz s'accompagne en général de l'émission de lumière. Pour une quantité d'électricité donnée, l'intensité lumineuse est inversement proportionnelle à la durée de la décharge; pour une durée assez faible, l'intensité lumineuse peut devenir très grande. L'éclair est un exemple frappant de ce phénomène. Il se produit quand la charge électrique d'un nuage atteint un potentiel suffisant pour ioniser l'atmosphère entre le nuage et la terre, ou entre deux nuages. On produit maintenant des circuits et des tubes qui permettent d'obtenir des pulsations lumineuses de très haute intensité par des processus similaires aux processus naturels.

Dans les dispositifs de laboratoire, un condensateur chargé à un potentiel élevé fournit en général l'énergie électrique, et la lumière est émise par un type spécial de tube à décharge connecté directement aux bornes du condensateur. Lorsqu'on porte une électrode de déclanchement à un potentiel assez élevé pour ioniser le gaz, la décharge soudaine et presque complète du condensateur qui en résulte, produit un éclair très vif. Parmi tous les gaz et vapeurs métalliques utilisables, il est intéressant de noter que les éléments krypton et xénon, qui se trouvent en faible concentration dans l'atmosphère, sont parmi ceux qui conviennent le mieux aux études visuelles et photographiques. Leur emploi permet d'atteindre des intensités lumineuses de plus de 50 lumens par watt, avec une lumière voisine de celle du jour.

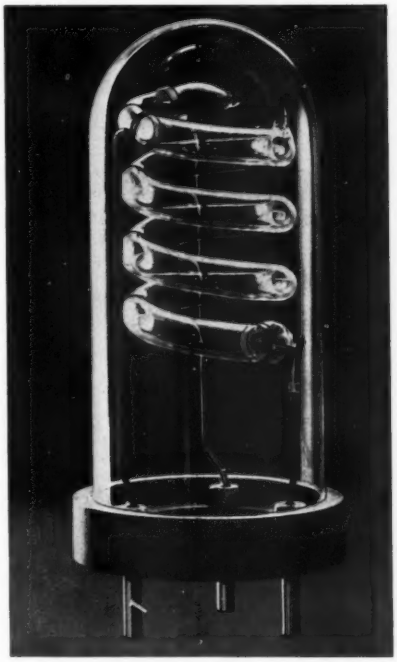
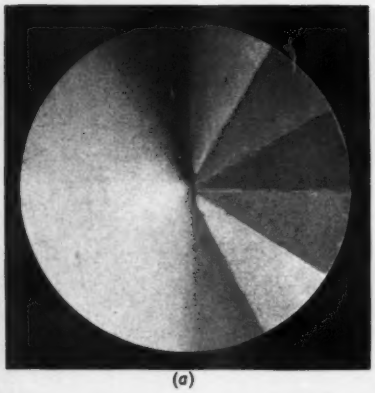


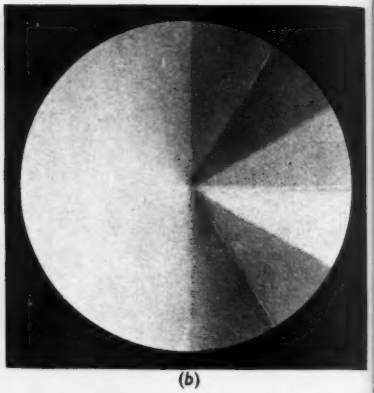
FIGURE 1 – *Tube à décharge-éclair à haute intensité, permettant une décharge de 400 joules.*

C'est cette durée de rayonnement très faible, associée à une haute efficacité lumineuse, qui fait de la nouvelle lampe à décharge-éclair un instrument si précieux pour les observations visuelles ou photographiques. Sous sa forme la plus simple, c'est un tube en verre ou en quartz, rempli du gaz voulu, à une pression variant de quelques millimètres de mercure à une ou plusieurs atmosphères. Des électrodes sont scellées aux extrémités du tube; la différence de potentiel qu'il faut leur appliquer pour produire une décharge est appelée potentiel disruptif du système. Quand une lampe de ce type est reliée aux bornes d'un condensateur chargé à une différence de potentiel d'environ 75% du potentiel disruptif, le courant qui passe est minime ou nul. Mais si le gaz à l'intérieur du tube est ionisé par l'application d'une haute différence de potentiel à un fil métallique qui entoure le tube, ou à une électrode de déclanchement scellée à l'intérieur, le condensateur se décharge immédiatement à travers le gaz avec production d'un puissant éclair de lumière. L'intensité, la couleur et la durée de l'éclair dépendent, entre autres, des facteurs suivants:

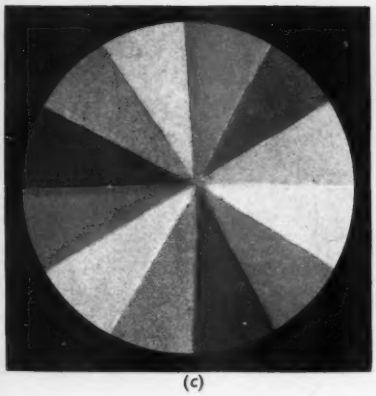
1. Energie de la décharge.
2. Nature des électrodes.
3. Dimensions du tube.
4. Nature et pression du gaz contenu dans le tube.



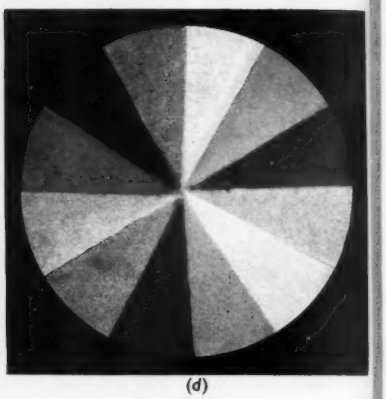
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURE 2 (*ci-dessus*)

(*a*) *Cône en papier coloré, faisant* 3.000 *tours à la minute, éclairé d'un côté par une lampe à filament de tungstène, et de l'autre par un train d'éclairs synchronisés à la fréquence de* 3.000 *à la minute.*

(*b*) *Répétition de* (*a*), *avec une différence de phase entre le mouvement du cône et la source des éclairs.*

(*c*) *Cône au repos, photographié avec une lampe à fluorescence* « *lumière du jour* ».

(*d*) *Cône au repos, photographié avec une lampe à filament de tungstène.*

FIGURE 3 (*à gauche*) – *Décharge-éclair à travers un mélange de néon et d'argon.*

FIGURE 4 – *Spectre de la lumière d'une lampe à éclairs krypton-xénon, fonctionnant sous* 5.000 *ampères/cm*^{2}.

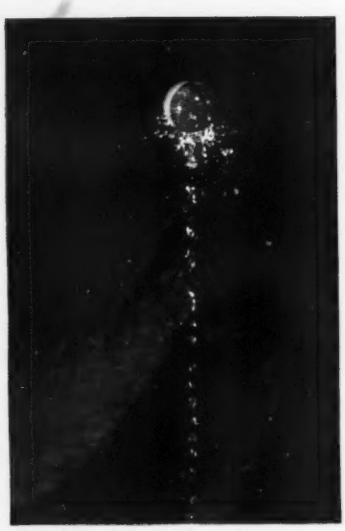


FIGURE 5 – *Photographie d'une balle colorée dans un jet d'eau. Un éclair durant environ 25 microsecondes permet la résolution du jet en goutelettes isolées.*

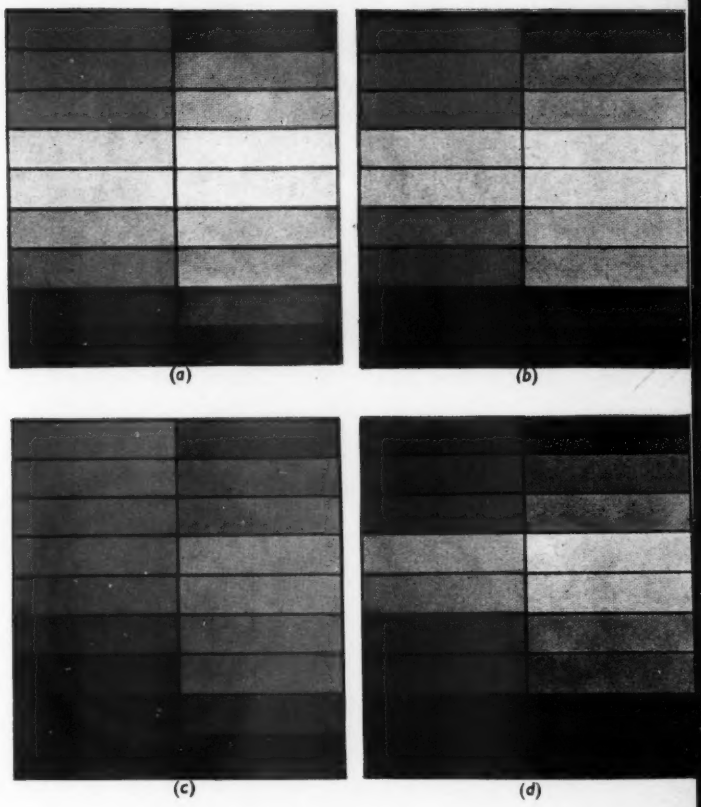


FIGURE 6 (*à droite*) – *Photographie d'un diagramme d'essai des couleurs Ilford sous divers éclairements.*

(*a*) *Lumière du jour.*

(*b*) *Lampe à éclairs au krypton.*

(*c*) *Lampe à éclairs au néon.*

(*d*) *Lampe à éclairs au mélange krypton-néon.*

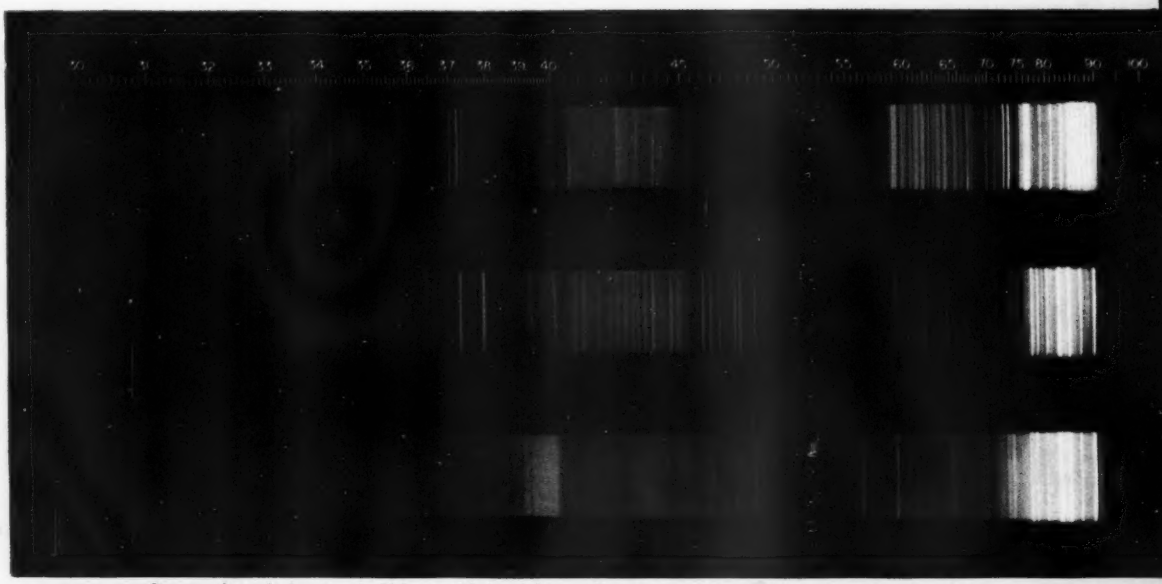


FIGURE 7 – *Spectre de trois lampes à décharge-éclair:* (*a*) *remplie au néon,* (*b*) *remplie au krypton-néon,* (*c*) *remplie au krypton.*

On a fabriqué en Grande-Bretagne des lampes qui peuvent rayonner 8.000 joules en 400 microsecondes, ce qui correspond à une puissance moyenne de 2×10^7 W pendant la décharge. L'énergie lumineuse maximum rayonnée au cours d'une pulsation peut dépasser 10^9 lumens, et la brillance dépasser 10^6 bougies/cm². Ceci représente plusieurs fois la brillance du disque solaire vu de la terre.

On voit sur la figure 3 l'effet de la décharge de l'énergie d'un condensateur de 10 microfarads (μF) chargé à 3.000 V à travers un mélange de néon et d'argon sous 50 mm de mercure. La décharge s'effectue entre des électrodes de tungstène, à 25 cm l'une de l'autre, dans un tube en verre de 10 cm de diamètre. La portion visible du trajet de la décharge est colorée et de forme indéterminée, et sa position varie à chaque nouvelle pulsation de décharge. Toutefois, on peut aisément obtenir le trajet de décharge qu'on veut en limitant l'arc à l'intérieur d'un tube de verre ou de quartz, de diamètre intérieur relativement faible, et en rapport convenable avec le courant dans la décharge elle-même. On a indiqué précédemment que, pour avoir un débit lumineux considérable, la lampe doit pouvoir supporter une puissance instantanée très élevée. On comprendra comment on a pu atteindre ce résultat en pratique en s'en rapportant à la figure 1. On y voit un modèle type de lampe pouvant rayonner 400 joules dans un seul éclair. Le tube lui-même et les fils de connections sont protégés par un couvercle extérieur en dôme. Sur l'exemple de la figure, l'électrode de déclanchement consiste en une bande de métal étroite, enroulée à l'extérieur des spires.

FIGURE 8 – *Photographie du contenu d'un verre d'eau, jeté en l'air vigoureusement, avec l'éclair d'une lampe au krypton, durant* 100 *microsecondes. Remarquez la forme elliptique de certaines goutelettes, avec le grand axe dans le sens du mouvement.*

Dans les calculs relatifs aux lampes de ce type, on se sert de l'expression suivante de l'énergie emmagasinée dans un condensateur chargé:

$$E = \tfrac{1}{2}CV^2$$

où C est la capacité et V le potentiel du condensateur. Cette équation montre que, pour une énergie donnée, il est avantageux d'utiliser un potentiel aussi élevé que possible. Cela permet l'emploi d'un condensateur plus petit, et une réduction en proportion de la durée de l'éclair. Il faut alors prévoir un trajet de décharge plus long, ou l'emploi d'un gaz à une pression plus élevée.

Le circuit électrique nécessaire au fonctionnement de ces lampes à décharge-éclair à haute intensité est en principe très simple. Le condensateur est chargé par une source de courant continu à haut potentiel, telle que l'ensemble d'un transformateur et d'un redresseur. Il faut toujours prévoir un circuit tel que le condensateur puisse se recharger complètement en moins de temps que l'intervalle voulu entre deux éclairs lumineux successifs. En fait, l'instant où se produit la décharge est déterminé par une impulsion de déclanchement, synchronisée avec le phénomène à photographier ou observer. Un potentiel qui puisse produire une étincelle d'environ 1,5 cm dans l'air que peut fournir une bobine d'induction suffit en général pour cette impulsion. Sur le primaire de cette bobine agiront la lumière, le son, ou le mouvement associés au phénomène à observer. On peut ainsi produire des éclairs assez intenses pour permettre d'obtenir des photographies nettes d'objets en mouvement très rapide. Par ailleurs, pour permettre l'examen visuel de mouvements cycliques ou périodiques à

alternances rapides, on a fabriqué des circuits où l'on peut produire une série d'éclairs à des fréquences variant d'un ou deux par seconde à mille par seconde ou même plus. Un circuit de ce type pourra aussi produire un train continu d'éclairs lumineux, chacun synchronisé avec une pièce mécanique en mouvement, ce qui donne l'illusion de l'arrêt du mouvement. Voilà longtemps qu'on fait de la stroboscopie avec des sources lumineuses, mais jusqu'à présent leur débit lumineux était très faible. On ne pouvait les employer que dans une pièce obscure ou peu éclairée. Avec le tube à haute intensité, on peut faire des observations stroboscopiques avec assez de lumière pour pouvoir examiner aisément des machines en mouvement dans des conditions normales d'illumination. En plus, on voit les objets à peu près dans leurs couleurs réelles. On arrive à ce résultat important par l'emploi de krypton ou de xénon, ou d'un mélange de ces deux gaz, dans la lampe à décharge, et d'une densité de courant suffisamment élevée dans le tube. On voit sur la figure 4 un spectre lumineux pris avec un modèle type de lampe à haute tension, fonctionnant sous environ 5.000 ampères/cm^2.

On verra que le spectre émis par un mélange de krypton et de xénon dans ces conditions est très favorable à l'observation tant visuelle que photographique. Comme le spectre est dense dans toute la région entre 4.000 et 7.000 Å, on peut modifier la couleur de la lumière par un filtre convenable si l'on veut prendre des photographies en couleur.

Les figures 2*a* et 2*b* illustrent plusieurs des résultats obtenus. Un cône peu profond fait 3.000 tours à la minute. Il reçoit d'un côté la lumière d'une lampe à incandescence, et de l'autre la lumière d'éclairs synchronisés à la fréquence de 50 par seconde. La figure montre à la fois la possibilité d'observer des couleurs et la netteté de l'illusion d'arrêt du mouvement sur la droite du cône. On voit clairement sur la gauche, éclairée par une lampe à incandescence, la couleur ambrée due à la persistance des impressions lumineuses. Les deux vues supplémentaires (2*c* et 2*d*) représentent le cône au repos, éclairé respectivement par une lampe à fluorescence « lumière du jour » et une lampe à filament de tungstène remplie de gaz.

Au cours des recherches sur les lampes à éclairs, à haute intensité, il apparut possible d'exciter simultanément les spectres de mélanges de gaz ou de vapeurs métalliques. En particulier, en vue de la prédominance du rouge dans le spectre du néon, et de la teinte bleuâtre de la lumière produite par la décharge dans le krypton sous haute densité, on a recherché dans quelle mesure on pouvait régler la couleur, et l'aptitude à rendre les couleurs d'une lampe contenant un mélange de ces éléments. Les spectres représentés sur la figure 7 illustrent quelques-unes des possibilités. On a éclairé la fente du spectrographe par des éclairs fournis par trois lampes expérimentales à décharge à haute intensité remplies respectivement avec du néon (figure 7*a*), un mélange de néon et de krypton (figure 7*b*) et du krypton pur (figure 7*c*). Le spectre du milieu montre qu'on peut exciter simultanément le néon et le krypton dans les conditions de fonctionnement de ces lampes. Ce résultat pourra être important dans le développement des lampes à décharge-éclair pour la reproduction précise des couleurs avec une grande rapidité. Le manque apparent de radiations entre 5.000 et 5.500 Å est dû au peu de sensibilité de l'émulsion photographique dans ce domaine. On voit sur le tableau ci-dessous les coordonnées trichromes[1] de la lumière des trois lampes expérimentales, comparées à celles du rayonnement d'un corps incandescent porté à 6.500° K.

Source lumineuse	*Coordonnées trichromes*		
	x	*y*	*z*
1. Rayonnement par incandescence d'un corps noir à 6.500° K	0,310	0,316	0,374
2. Lampe à éclairs au néon ..	0,580	0,355	0,065
3. Lampe à éclairs au mélange krypton-néon	0,320	0,315	0,365
4. Lampe à éclairs au krypton	0,310	0,310	0,380

On voit sur la figure 6 les photographies en couleurs. Elles montrent comment les nouvelles lampes à décharge-éclair permettent la photographie en couleurs à grande vitesse. Sauf dans le cas de la photographie 6*a*, prise à la lumière du jour, on a fait ces photographies avec un seul éclair, durant environ 100 microsecondes, en se servant des trois lampes particulières mentionnées ci-dessus. On voit que l'éclairement produit par la lampe au krypton et la lampe krypton-néon permet la reproduction photographique des

[1] Ces coordonnées ou coefficients mesurent la contribution à la couleur totale des composantes primaires rouges, vertes et bleues.

couleurs par le procédé Dufaycolour pratiquement aussi bien que l'éclairement produit par la lumière du jour.

L'évolution de la lampe à décharge-éclair à haute intensité a permis la mise au point de meilleures techniques d'observation visuelle ou d'enregistrement photographique de phénomènes de brève durée nombreux et variés. Il y a par exemple intérêt à employer des lampes de forme linéaire pour photographier des trajectoires ioniques à la chambre de Wilson. L'emploi de tubes spéciaux, produisant de puissantes pulsations lumineuses a facilité l'investigation des facteurs qui affectent l'atomisation des combustibles liquides par les gicleurs. La photographie à grande vitesse par des caméras cinématographiques est devenue possible, et on peut prendre un millier d'images par seconde. A cette fréquence, bien que le rapport durée d'éclairement/durée d'obscurité puisse descendre jusqu'à 1 : 100, l'illumination paraît complètement uniforme.

On s'est servi d'éclairs isolés de moins de trois microsecondes pour photographier des projectiles, et dans l'étude des courants d'air au-dessus de surfaces qui se déplacent à grande vitesse par rapport à l'atmosphère.

On utilise des lampes de ce modèle dans un tube photographique zénithal spécial, que l'on construit actuellement pour l'Observatoire Royal de Greenwich, pour la détermination de l'heure avec une haute précision. La lampe est illuminée sous l'effet d'impulsions produites par une des horloges-étalon à cristal de quartz. La lampe éclaire une fente solidaire d'un équipage mobile, qui entraîne la plaque où sont photographiées les images des étoiles. On met au point l'image de la fente sur une plaque photographique stationnaire pour mesurer le temps. Un certain nombre d'images sont ainsi produites sur la plaque. Ainsi, l'instrument contient un chronographe de haute précision, et, en même temps, on peut vérifier l'uniformité du mouvement de l'équipage mobile.

Max Planck (1858–1947)

C'est le 4 octobre que mourut à l'âge de 89 ans Max Planck, que l'on peut à juste titre appeler vénérable, tant par son âge que par son œuvre et par l'admiration et le respect qui lui étaient universellement témoignés. Aussi longtemps que la science vivra, il sera glorifié comme le fondateur indiscuté de la théorie quantique. L'énoncé du principe quantique n'est pas une de ces étapes gagnée, comme à la course, par l'un des concurrents arrivant au but un peu avant les autres. Cette découverte a été faite par Planck seul, en quelque sorte avant son temps; elle n'a causé nulle sensation et l'on n'a réalisé son importance que lentement. C'est l'examen attentif, critique et constant des bases de la thermodynamique du rayonnement qui a conduit Planck à l'hypothèse quantique, et Einstein, Debye, Born, Bohr et d'autres grands noms de la science, montrèrent plus tard combien sa portée était vaste et importante. On peut dire aujourd'hui qu'elle domine le champ de la physique théorique.

Ce sont les travaux de Planck qui ont mis en évidence la division fondamentale dans la théorie du rayonnement, c'est à dire le point de vue particule et le point de vue onde, qui n'ont été réconciliés qu'au cours des dernières années. C'est le travail de Planck qui, en fin de compte, est à la base de toute théorie de changement atomique, nucléaire et extra-nucléaire. Une autre conséquence directe de sa grande découverte est le principe d'incertitude qui a ébranlé la base de la physique. Il est impressionnant de penser que tout ceci résulte d'une difficulté rencontrée au sujet de la théorie de la distribution de l'énergie dans le spectre d'un corps rayonnant total.

Max Planck était déjà bien connu pour ses travaux de physique théorique et était depuis plusieurs années professeur titulaire à l'Université de Berlin quand il formula pour la première fois la théorie des quanta. Parmi les nombreuses distinctions qui lui furent prodiguées lorsque l'on réalisa l'envergure de sa découverte, il faut citer le Prix Nobel, en 1919, alors qu'il avait plus de soixante ans, et dix ans plus tard, la Médaille Copley, de la Royal Society. Son caractère simple, droit, modeste et cependant critique, ne fut pas changé lorsque le monde entier reconnut l'importance de ses travaux. Les trente dernières années de sa vie furent attristées par plusieurs malheurs familiaux et par les évènements politiques de son pays natal, qu'il réprouvait. Avec lui disparaît l'une des grandes figures créatrices de la physique moderne.

E. N. DA C. ANDRADE

Les animaux parasites et l'alimentation mondiale

G. LAPAGE

A l'époque actuelle, alors que tous les pays de la terre souffrent d'une pénurie générale en produits alimentaires, il est indispensable de prendre des mesures non seulement en vue d'en augmenter la production mais encore afin d'éviter les pertes et le gaspillage. L'une des principales menaces est constituée par les animaux parasites, dont différentes espèces sont responsables d'une perte annuelle en matières alimentaires s'élevant à des centaines de millions de livres sterling.

Il est inutile d'insister actuellement sur les difficultés qui mettent obstacle à la fourniture à toutes les nations du globe d'une alimentation suffisante et rationnelle. La conservation des réserves de vivres, leur augmentation, leur répartition, la réglementation de la consommation par les différents peuples, la prévention du gaspillage et un grand nombre d'autres problèmes fixent l'attention des experts du monde entier. On a beaucoup écrit sur ces problèmes, mais relativement peu de choses ont été dites au public sur les pertes infligées à nos produits alimentaires par des êtres animés qui d'une façon ou d'une autre en font leur proie, que ce soient les animaux qui s'en nourrissent ou les bactéries, les virus, les parasites du règne végétal ou animal qui provoquent des maladies. Les pertes les plus lourdes sont subies par nos récoltes puis par les animaux domestiques et la volaille qui nous fournissent la viande, le lait, les œufs et d'autres produits.

Il est difficile d'estimer ces pertes avec exactitude. Nous ne connaîtrons probablement jamais l'étendue exacte des dommages causés à nos récoltes par des êtres vivants qui s'en nourrissent ou qui leur infligent des maladies. On a toutefois pu faire l'évaluation des pertes en animaux domestiques dues aux bactéries, aux virus et aux parasites animaux.

Deux évaluations, celle des pertes totales subies en Grande-Bretagne et celle des pertes subies aux Etats-Unis expriment, en chiffres, l'ordre de grandeur des ravages causés par les activités combinées des bactéries, des virus et des animaux parasites. Il ressort du Deuxième Rapport du Comité pour l'Education Vétérinaire en Grande-Bretagne [1], publié en 1944, que les pertes annuelles subies en Angleterre et dans le pays de Galles par les affections des animaux de ferme seules représentent 10% de la production des industries laitière, de la viande et de la volaille et correspondent à une perte de dix-neuf millions de livres sterling par an. L'Association Nationale de Médecine Vétérinaire de Grande-Bretagne et d'Irlande [1] a montré plus tard que ce chiffre était trop faible et qu'à elles seules, quatre maladies du bétail prises parmi les plus importantes, occasionnaient une perte annuelle de vingt millions de livres sterling, dont 12 millions étaient attribués à la perte de lait et le reste à celle du bétail. Nous pouvons comparer ces données avec celles fournies par le Bureau des Etats-Unis pour l'Industrie du Bétail [3]. Celui-ci fixe pour les Etats-Unis une perte totale en animaux domestiques, due aux différentes maladies, de 418 millions de dollars par an. W. A. Hagan, un expert vétérinaire américain remarquable, estime [2] que ce chiffre est beaucoup trop bas et qu'il devrait être élevé à 1.000 millions de dollars.

Hagan et d'autres auteurs ont fait remarquer en outre que les maladies des animaux de ferme ont une répercussion sur l'état de nos réserves alimentaires, non seulement par suite de la perte des animaux qui succombent mais aussi par le fait du ralentissement de leur croissance et de la diminution de la production du lait et des œufs. Ces maladies peuvent aussi porter atteinte à leur capacité de reproduction et rendre les animaux susceptibles de contracter de nouvelles maladies. Les animaux malades ont besoin de soins spéciaux et d'une nourriture appropriée, et il en résulte une perte considérable en substances alimentaires qui, autrement, pourraient être converties en viande, en lait, en œufs ou qui pourraient être utilisées pour les besoins de l'alimentation humaine. Les expériences montrent que si 1,6 kg de nourriture amènent chez les poulets exempts de parasites une augmentation de poids de 500 g en 7 semaines il faut 2,3 kg de la même nourriture

pour assurer une augmentation pondérale de 500 g chez les poulets infestés. Il est certain que c'est surtout au développement défectueux et non seulement à la maladie et à la mort qu'il faut attribuer les pertes graves subies par notre cheptel. Insistons encore sur le fait que les chiffres ci-dessus n'expriment que les dommages infligés aux substances d'origine animale. Si l'on pouvait y ajouter les dégâts causés à nos récoltes, le total serait réellement saisissant.

Il est très difficile d'établir avec exactitude l'importance relative des affections causées d'une part par les bactéries et les virus et d'autre part par les parasites animaux. De plus, des facteurs imprévus, tels que des épidémies locales, sont susceptibles de bouleverser la situation normale. Dans l'évaluation [3] citée plus haut, une perte annuelle de 290 millions de dollars est attribuée aux différents parasites d'origine animale qui y sont énumérés. Ce chiffre représente les 69% des pertes totales causées par toutes les maladies passées en revue. Il se peut que dans certains autres pays le rapport des pertes infligées par ces deux classes d'organismes nuisibles soit renversé, mais dans toutes les régions du globe, et surtout dans les pays chauds, les parasites animaux sont responsables de dégâts importants. Il est, à vrai dire, malaisé d'évaluer l'importance des bactéries et des virus par rapport à celle des animaux parasites. L'une des causes de cette difficulté réside dans le fait que les animaux parasites peuvent compromettre très sérieusement la santé des animaux domestiques mais sans occasionner de véritables maladies; cependant la santé de ces animaux peut être affaiblie au point que leur résistance aux affections causées par les bactéries et les virus en est diminuée et qu'alors une issue fatale peut être à craindre. D'autre part, les bactéries et les virus peuvent saper la vitalité des animaux au point de leur faire contracter des infections graves par d'autres parasites, ce qui rend leur état de santé encore plus précaire.

Les différentes espèces d'animaux parasites qui menacent les réserves alimentaires du monde se rencontrent dans quatre des principales divisions dans lesquelles le zoologue classe le règne animal. Ce sont:

1. Les protozoaires, animaux unicellulaires comme, par exemple, le parasite du paludisme chez l'homme.
2. Les douves (trématodes) et les vers plats (cestodes).
3. Les vers ronds (nématodes), groupe qui comprend (*a*) les anguillules et autres vers de la même classe, qui s'attaquent aux pommes de terre, aux betteraves à sucre, au blé, à l'avoine, à l'orge, au seigle et autres cultures aussi bien qu'à beaucoup de plantes horticoles, et (*b*) plusieurs espèces nuisibles au bétail.
4. Les insectes, les tiques, les acariens et quelques formes voisines.

Nous pouvons y ajouter pour certaines régions, et surtout dans les pays chauds, plusieurs sortes de sangsues et les quelques espèces de chauve-souris suceuses de sang (vampires).

Les pertes annuelles occasionnées par diverses espèces de protozoaires aux Etats-Unis ont été estimées à dix millions de dollars [3], et la moitié de ces pertes sont attribuées à une affection de la volaille appelée coccidiose. Cette maladie est occasionnée par un genre de protozoaires, les coccidies, dont une espèce (*Eimeria tenella*) est nuisible au point qu'on lui impute [8] la mort de 12 à 20% de tous les poussins éclos aux Etats-Unis. D'autres espèces de coccidies s'attaquent à d'autres oiseaux de basse-cour et également aux bovins et aux moutons; elles nuisent surtout aux veaux et aux agneaux. Parmi les protozoaires se rangent également les trypanosomes, dont certaines espèces provoquent des affections telles que nagana des bovidés, le surra et la dourine des chevaux; puis les organismes auxquels sont dues l'histomoniase des dindons et la trichomoniase du bétail; les espèces du genre *Babesia* qui occasionnent la fièvre hématurique (redwater fever) et la fièvre du Texas des bovidés; et les espèces voisines de ces parasites agents pathogènes de la mortelle theileriase des bovidés d'Afrique (East Coast fever) et de l'anaplasmose. On estime [3] à 100.000 dollars par an les pertes dues à l'anaplasmose aux Etats-Unis et la grave épidémie qui sévit dans l'état de Kansas en 1944 a causé des dommages s'élevant à 2.500.000 dollars par suite de la mort des bestiaux qui en ont été frappés [8]. Ces chiffres montrent clairement les proportions que peuvent atteindre les pertes quand une maladie prend l'ampleur d'un fléau.

Les douves et les vers plats sont responsables de la destruction de grandes quantités de viande et d'autres aliments d'origine animale; la douve du foie est particulièrement nuisible dans ce sens. Elle attaque le foie des bovidés et des moutons et peut causer la mort de l'animal ou en altérer la santé au point de causer des pertes importantes en viande et en lait. L'étude des statistiques [4] concernant l'abattage de plus de 73.000 bovidés en Angleterre et dans le pays de Galles a montré que ce parasite peut occasionner une perte

annuelle en substance hépatique s'élevant à 200.000 livres sterling (prix de détail). Il faut ajouter à cette somme la perte en extraits de foie pour usages médicaux et la diminution de la production carnée et lactée, qui est forte mais difficile à évaluer. Il est à peu près certain que la douve du foie réduit aussi de façon appréciable la capacité de reproduction des bovidés et des moutons.

Les pertes occasionnées par la douve hépatique sont proportionnellement plus élevées aux Etats-Unis. Entre 1933 et 1943 les foies de 1.400.000 têtes de bétail et de 60.500 veaux ont dû être rejetés à cause d'infection par ce parasite. La sécrétion lactée avait diminué de 16% par suite de l'infestation, et la faculté de reproduction était également amoindrie. Il est intéressant de comparer ces chiffres avec les résultats de l'enquête du Bureau des Etats-Unis pour l'Industrie du Bétail [3], selon lesquels les pertes annuelles dues à la douve hépatique et au ver plat s'élèvent à 5 millions de dollars aux Etats-Unis. On sait que dans certaines régions des Etats-Unis 50% des foies des animaux sont inutilisables, étant infestés par la douve hépatique [5], et il arrive que ce chiffre soit égalé et parfois même dépassé dans certaines parties de la Grande-Bretagne. N'oublions pas que la répartition géographique de la distomatose est tributaire de la présence de certaines espèces d'escargots aquatiques, et que son apparition est par conséquent assez étroitement liée à la nature du pays et à ses conditions climatériques. C'est une maladie des régions humides surtout, et c'est pourquoi elle est, en ce qui concerne la Grande-Bretagne, très fréquente dans le nord-ouest de l'Angleterre et dans le Pays de Galles du nord.

Le groupe des vers ronds comprend quelques-uns des parasites les plus nuisibles pour les animaux domestiques, et presqu'aucun pays du monde n'échappe aux pertes sérieuses qu'ils sont susceptibles d'infliger. Dans ce groupe se classent aussi les anguillules et des espèces voisines, qui causent de très graves ravages dans beaucoup de nos cultures essentielles. D'autres espèces de vers ronds, parasites des végétaux, s'attaquent au blé, à l'avoine, à l'orge, au seigle, aux tomates et autres plantes comestibles; l'horticulture subit des pertes considérables dues à certaines espèces de vers ronds qui attaquent de nombreuses plantes.

Parmi les vers ronds, parasites des animaux de ferme, il y a différentes espèces qui attaquent les différents organes du corps, mais l'espèce la plus nuisible est sans nul doute celle qui se loge dans le tube digestif. Les nématodes se rencontrent dans le tube digestif des moutons, des bovidés et de la volaille et provoquent une forme de gastro-entérite qui constitue l'un des handicaps les plus sérieux contre lequel les éleveurs de tous les pays du globe aient à lutter. L'Association Nationale de Médecine Vétérinaire de Grande-Bretagne et d'Irlande a estimé [10] que la gastro-entérite occasionnée par ces vers ronds chez le mouton seul coûte à la Grande-Bretagne environ 348.000 livres sterling par an; cette somme correspond à peu près au tiers de la perte totale due aux dix maladies les plus graves dont souffrent les moutons en Grande-Bretagne. A cette perte sont à ajouter les autres pertes résultant de maladies semblables chez les bovidés et aussi celles qui sont occasionnées par d'autres variétés de vers ronds. Parmi ces dernières espèces se rangent les vers nodulaires, qui rendent les intestins des moutons impropres à la fabrication du catgut et autres produits; également les ankylostomes suceurs de sang.

Beaucoup d'espèces de vers ronds se nourrissent de sang, mais les ankylostomes font des saignées importantes. C'est pourquoi l'anémie est l'un des symptômes les plus fréquents des maladies occasionnées par les vers ronds qui vivent dans le tube digestif. Les vers nodulaires ont aussi des effets nuisibles sur l'état de santé des animaux sur lesquels ils vivent; ils peuvent altérer le foie de leurs hôtes et contribuent ainsi à augmenter les pertes dues à la douve hépatique.

Un autre ver rond, l'*Onchocerca gibsoni*, auquel on applique parfois le nom de ver nodulaire des bovidés parce qu'il forme des nodules dans la peau et les tissus sous-cutanés de ces animaux, inflige des pertes sévères au cheptel en Australie. Les carcasses des bœufs sont nécessairement mutilées du fait de l'énucléation des nodules qui doit être faite avant leur expédition en Grande-Bretagne; parfois la suppression de la poitrine devient nécessaire. Il arrive que 80% du bétail de l'Australie du nord et de l'Australie centrale soient atteints de cette affection [8]. Les pertes qu'elle occasionne sont d'autant plus graves que ce parasite ne se rencontre pas en Argentine, pays qui est l'un des principaux concurrents de l'Australie pour l'exportation de la viande de bœuf. En plus des vers que nous venons de nommer, d'autres vers ronds occasionnent des dégâts considérables dans différentes parties du globe. Citons par exemple le « ver géant des reins » qui s'attaque aux reins des porcs, et aussi l'imposant nématode qui habite les intestins de cet animal; d'autres espèces encore que l'on rencontre

dans les intestins de la volaille et d'autres oiseaux apprivoisés. On peut se faire une idée des pertes considérables infligées par les nématodes en général en étudiant le rapport cité plus haut [3] duquel il ressort que ces vers sont responsables d'une perte de 110 millions de dollars par an aux Etats-Unis.

L'important groupe d'organismes (arthropodes) qui comprend les insectes, les tiques, les mites et des espèces voisines endommagent nos réserves alimentaires de diverses façons. Tout d'abord ils peuvent se nourrir eux-mêmes des produits alimentaires destinés à la consommation humaine et aux animaux. Les exemples de ce genre de dommages abondent, et il nous suffira de mentionner les énormes ravages causés par les sauterelles et les pertes dues aux insectes nuisibles qui attaquent nos récoltes. Les dégâts causés par les insectes, les tiques, les acariens qui vivent à l'état temporaire ou permanent sur les corps des animaux de ferme sont, par contre, moins bien connus. Ces espèces sont nuisibles pour les animaux et les oiseaux d'au moins trois façons différentes: (1) Ils harcèlent et irritent les animaux au point d'occasionner de la souffrance; (2) leurs larves vivent parfois en parasites dans les tissus internes des animaux; (3) ils peuvent transmettre aux animaux d'autres parasites qui engendrent de graves maladies. Certaines espèces d'organismes font subir des dommages de plusieurs façons différentes. On ne réalise peut-être pas toujours la gravité du premier cas. Cependant lorsque les animaux ou les oiseaux sont continuellement piqués par des parasites externes tels que les moustiques, les poux et les tiques qui leur sucent du sang, ils souffrent des morsures qui s'infectent ou des plaies qu'ils se font en se grattant et, de plus, ils deviennent nerveux et n'ont plus assez de sommeil. Par conséquent ils se nourrissent mal et ne se développent pas de façon satisfaisante. Les espèces de parasites qui piquent ou qui sucent le sang ne sont pas les seules à provoquer ces effets. D'autres sortes d'insectes tels que les œstres, dont les larves se développent à l'intérieur du corps du bétail, ne piquent pas leurs hôtes mais ne font que déposer leurs œufs sur les poils ou la peau; cependant les animaux, à leur approche, deviennent inquiets. Ils peuvent même être pris de panique et courir furieusement dans tous les sens, donnant l'impression qu'ils cherchent à éviter les diptères. Ils peuvent aussi chercher un refuge dans l'eau et dans les endroits ombragés, ce qui fait penser qu'ils savent que certaines espèces d'œstres ne pondent leurs œufs que sur les jambes ou sur les parties inférieures du corps. Les animaux harcelés par ces mouches ne prennent pas suffisamment de nourriture et, par conséquent, ne fournissent pas autant de viande ou de lait. Les chevaux peuvent être tourmentés de façon similaire par les taons.

Le mal causé par les larves des insectes et d'autres arthropodes dans les tissus internes des animaux où elles pénètrent peut avoir un caractère de plus grande gravité que celui qui est dû aux parasites externes. Dans cette catégorie se rangent les acariens qui provoquent les différentes variétés de gale, car ces parasites ne vivent pas sur les parties externes de leurs hôtes mais se logent dans les tissus sous-cutanés. Nous rangeons aussi dans cette catégorie les larves des œstres et des taons, dont il a été question plus haut. Les larves des œstres, après avoir passé un certain temps dans l'intérieur du corps des bovins, réapparaissent sous la peau le long de l'échine, où leur présence détermine la formation d'abcès dans lesquels elles vivent. Elles perforent la peau de trous pour obtenir de l'oxygène de l'air, faisant perdre beaucoup de valeur à ces peaux pour la tannerie. De plus, la chair autour de ces abcès devient impropre à la consommation. Les dommages totaux causés par ces insectes sont donc considérables. Le Bureau des Etats-Unis pour l'Industrie du Bétail [3] évalue ces dégâts à 65 millions de dollars par an, et dans d'autres pays ils sont proportionnellement tout aussi élevés. Les larves des « screw-worm flies » et celles des « lucilies », dont les morsures déterminent des ulcérations et des abcès de la peau chez les moutons, causent aussi des dégâts considérables. Il en est de même pour les larves du diptère dont les femelles déposent leurs œufs au pourtour des naseaux des moutons; elles pénètrent dans les cavités nasales et les sinus, et peuvent même gagner le cerveau. Il en résulte des pertes sérieuses à la suite du mauvais état de santé ou de la mort des animaux. Aux Etats-Unis, certaines mouches, dénommées « hornflies » constituent un véritable fléau pour le cheptel, et la « mouche du buffle » se répand de plus en plus en Australie, où elle cause des ravages dans les troupeaux.

Il est difficile d'évaluer à sa juste valeur une troisième forme de dommages causés par les insectes suceurs de sang, par les tiques et les mites, du fait qu'ils sont les agents d'inoculation d'autres espèces de parasites animaux dans le cheptel. Nous avons cité plus haut des exemples de ces maladies transmises aux animaux de ferme. Beaucoup d'espèces de tiques sont particulièrement

nuisibles dans ce sens, car certains des agents pathogènes transmis par elles passent d'une génération de tiques à une autre. Si nous pouvions nous débarrasser des tiques et aussi des insectes nuisibles, dont la majorité appartient au groupe des diptères, nous serions à même de faire disparaître un grand nombre des maladies les plus graves de notre bétail.

Au cours de cet article nous avons cherché à attirer l'attention sur les animaux parasites plutôt que sur les bactéries et les virus qui attaquent nos aliments. Si nous n'avions eu en vue que les réserves alimentaires de la Grande-Bretagne ou d'un autre pays déterminé notre exposé aurait différé en quelques points de détail, car dans certains pays, et même dans certaines régions d'un même pays, les différentes espèces de parasites animaux causent plus de ravages que dans d'autres. Mais, actuellement, l'essentiel, c'est d'avoir une image d'ensemble de l'état des réserves alimentaires du monde.

A première vue le tableau que nous venons de brosser n'est guère réconfortant. Mais rassurons-nous à la pensée qu'un seul côté d'un problème à faces multiples a été étudié, car il faudrait un volume pour prendre chacune d'elles en considération. Par exemple, il n'a pas été possible d'insister sur ce fait, cependant très important, que l'étude des animaux parasites et leur destruction est encore une branche jeune de la science, très jeune en effet, puisque les acquisitions essentielles ont été faites au cours des 50 dernières années et beaucoup d'autres pendant la dernière décade. Il n'a pas non plus été possible d'insister sur la portée de la découverte récente de puissantes armes anti-parasitaires telles que le Gammexane, le D.D.T., les sulfonamides, la phénothiazine, l'hexachloroéthane et d'autres produits dont certains promettent de nous donner la possibilité de combattre plus efficacement les parasites lorsque nous aurons appris à nous en servir à bon escient. Mais les perfectionnements réels apportés à nos méthodes d'agriculture et d'élevage ont autant de valeur que la découverte de ces produits anti-parasitaires, même plus, peut-être, car certains d'entre eux ont été instaurés précisément dans le but de combattre les organismes nuisibles. L'étude de la nutrition des animaux et des plantes a contribué à donner des renseignements très utiles à ce sujet. Les méthodes nouvelles en question se basent sur l'étude biologique du bétail et des cultures ainsi que sur celle des organismes qui les attaquent. Leur mise en œuvre compte parmi les plus beaux résultats obtenus par la coopération moderne entre le vétérinaire, le médecin, le biologiste, le biochimiste et le biophysicien. Il n'est pas douteux que cette coordination de la recherche scientifique nous permette par la suite de lutter avec succès contre les organismes cités plus haut qui menacent nos réserves alimentaires. Dans les régions incultes du Brésil on a réussi à éliminer un moustique porteur des germes du paludisme, et cet exploit a été renouvelé tout récemment en Egypte. La tuberculose bovine, importée d'Europe aux Etats-Unis au XIXème siècle, est maintenant pratiquement éteinte dans ce pays; ce résultat a été obtenu malgré le fait que nous ne connaissions encore aucun médicament qui guérisse de cette maladie de l'homme et de l'animal. Ces résultats admirables sont dus à l'action conjuguée de plusieurs facteurs, dont il ne faut pas compter parmi les moindres un travail assidu, l'esprit de coopération, la volonté de réussir et les moyens financiers nécessaires pour appliquer les mesures indiquées par les chercheurs scientifiques. Si l'on voulait appliquer la même ardeur au travail, la même coopération internationale spontanée, les mêmes ressources financières et scientifiques, à l'extermination des micro-organismes qui menacent les réserves alimentaires du monde, il est certain que, quoi qu'il arrive, celles-ci ne subiraient plus à l'avenir les pertes énormes qui pour l'instant les épuisent à leur source même.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Second Report of the Committee on Veterinary Education in Great Britain, 1944 (H.M. Stat. Office).

[2] HAGAN, W. A., *et al. Ann. New York Acad. Sci.*, 1947, **48**, 351.

[3] *Yearbook of the U.S. Dept. of Agric.*, 1942 (U.S. Govt. Printing Office).

[4] PETERS, B. G., et CLAPHAM, P. A. *Journ. Helminthology*, 1942, **20**, 115.

[5] *Proc. 46th Ann. Meeting U.S. Livestock Sanitary Assoc.*, 1942.

[6] NEVIN, S. M. *Bull. U.S. Army Med. Dept.* No. 81, 113–19.

[7] OLSEN, O.W. *Liver Fluke Disease* (U.S. Dept. Agric., Bur. Animal Industry, 1944).

[8] Report of the Administrator of Agric. Research (U.S. Dept. Agric., Agricultural Administration, 1944).

[9] Report of the Secretary of Agriculture, U.S.A., 1942.

[10] Report on the Diseases of Farm Livestock (National Vet. Med. Assoc. of Gt. Brit. and Ireland Publication No. 6, 1944).

[11] ROSS, I. C. *J. Sci. Ind. Res.*, Australia, 1927–8, **1**, 233.

[12] SARLES, M. P. Leaflet No. 228 (U.S. Dept. Agric., 1942).

Les fruits tropicaux: leur entreposage et leur transport

C. W. WARDLAW

Grâce aux méthodes actuellement employées pour l'entreposage et le transport des fruits tropicaux, certains se trouvent en abondance et à bon marché dans les pays tempérés. Mais bien des problèmes restent encore à résoudre. Bien que l'on ait étudié à l'aide d'expériences *ad hoc* les conditions générales requises pour la conservation par le froid de certains autres fruits, comme, par exemple, l'avocat, on sait relativement peu de choses sur les changements qui accompagnent leur développement à maturité.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Les principaux fruits tropicaux nécessitant un transport en frigorifique sont les bananes et les fruits du genre citrus. Les bananes constituent l'une des plus importantes récoltes des régions tropicales et subtropicales et elles représentent pour certains pays la principale richesse agricole. Grâce aux progrès de la technique de l'industrie frigorifique, les premiers petits chargements expérimentaux ont fait place dans diverses parties du monde à de vastes et importantes industries d'exportation et ceci au cours de quelques années. Tous les fruits transportés en navire frigorifique présentent avec les produits animaux — bœuf et mouton — une différence essentielle; ils sont vivants. En règle générale, ils ne sont pas parfaitement mûrs, ou même, comme dans le cas de la banane, ils sont encore verts. Il en résulte qu'ils ne peuvent être transportés à température très basse. En fait, il serait plus exact de dire que les fruits tropicaux sont transportés en cales *fraîches* plutôt que *froides*. Ainsi, les bananes Gros Michel ou de la Jamaïque sont transportées à une température de 11,7° C, les mangues à 9° C, et ainsi de suite, tandis que la viande de boucherie nécessite une température de 0° C, ou même au-dessous.

On arrive à déterminer par tâtonnement la température d'entreposage convenant à un fruit tropical donné, cueilli à un degré de maturation déterminé, mais il est beaucoup plus difficile de trouver ce qui se produit dans le fruit au cours de son développement ralenti en cale froide, puis, plus tard, pendant sa maturation à température plus élevée (16,7–21° C pour la banane) et ces questions représentent pour le savant qui étudie la physiologie végétale des problèmes très complexes. Le pathologiste lui aussi a ses problèmes: quelques-uns des micro-organismes parasites se trouvent à la surface du fruit sous forme de spores et font leur chemin à la faveur de blessures et d'écorchures de la peau; d'autres sont depuis longtemps à l'intérieur des cellules de la peau du fruit sous forme d'infections latentes et ne reprennent leur croissance et leur activité parasitique qu'à certains points de la maturation. En d'autres termes, au fur et à mesure que le fruit mûrit, l'organisme pathogène passe d'un milieu non favorable à son développement à un milieu favorable.

Il suffit d'une expérience pratique restreinte pour se rendre compte que pour comprendre ce qui se passe lorsqu'un fruit mûrit lentement en cale fraîche, il est indispensable de connaître les développements antérieurs — formation du fruit et croissance jusqu'au moment de la récolte. En fait, nos recherches tendent à être poussées de plus en plus loin. L'expérience a prouvé, en effet, que dans le cas des fruits tropicaux aussi bien que dans celui des fruits des climats tempérés, les facteurs de milieu (terrain et climat) ont un effet marqué sur le « comportement » du fruit au cours de la conservation par le froid et pendant la maturation ultérieure et doivent être pris en considération dans les recherches. Il est possible, par exemple, de conserver sans dommages des pamplemousses provenant des régions subtropicales, sèches, à des températures inférieures à 4,5° C, tandis que celles qui ont poussé dans l'humidité des tropiques subissent diverses altérations si on les conserve à des températures inférieures à 7,2° C. En particulier, il faut tenir compte des caractères génétiques. Prenons comme illustration un exemple simple: tandis que la banane de la Jamaïque ou Gros Michel exige d'être conservée à une température de 11,7° C, la Cavendish ou banane des Canaries peut supporter des températures plutôt plus basses, et la Lacatan

— fruit d'arome et de goût excellents — ne doit pas être soumise à des températures inférieures à 14,4° C.

Le fruit en voie de développement peut être décrit comme un système biologique subissant une succession de modifications complexes et qui dépendent de facteurs biologiques inhérents et de facteurs relatifs au milieu. Les recherches devront donc comprendre des observations sur les modifications histologiques et l'étude de la respiration, de la transpiration et des processus métaboliques au cours de la croissance, de la maturation et de la sénescence.

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

Très peu de fruits tropicaux, sauf la banane et les fruits du genre citrus, ont été étudiés à fond du point de vue physiologique. D'autres, comme l'avocat, la mangue et l'ananas, ont été étudiés relativement à certains aspects physiologiques, comme, par exemple, la respiration et la teneur en sucre, en acides ou en huiles essentielles au cours de la maturation. Mais, d'une façon générale, les fruits tropicaux n'ont pas été étudiés du point de vue physiologique. C'est un domaine qui offre des chances magnifiques pour la recherche et les matériaux sont aussi variés qu'intéressants.

Le fait probablement le plus frappant pour le profane est que la banane des Antilles ou de l'Amérique Centrale, destinée à l'Europe, est cueillie encore complètement verte, au point désigné dans le métier comme « trois-quarts pleine ». En fait, un tel fruit n'a guère atteint que la moitié de son développement. Des études sur la croissance du régime de bananes depuis le « bourgeonnement » (i.e. l'apparition du régime au sommet de la plante) jusqu'à la taille maximum à laquelle on pourrait le cueillir pour l'emmagasiner, montrent qu'un régime aux trois quarts plein peut encore s'accroître d'environ 50% en poids, la matière comestible (la pulpe) augmentant de 60%. On voit donc que plus le fruit est cueilli tard, plus la proportion de matière comestible potentielle est grande. On peut aussi supposer que, de la même façon, les qualités de la banane sont vraisemblablement améliorées. Eventuellement, les régimes laissés sur la plante commencent à donner des signes de maturation, la couleur de la peau passe du vert au vert-jaune ou au jaune, la pulpe devenant molle et un peu sucrée. De tels fruits ne sont pas tout-à-fait assez mûrs pour être consommés. Avant que ce point ne soit atteint, le poids du régime tend à tordre et à rompre la branche ou le tronc et les insectes et les animaux envahissent les fruits mûrissants. Ces fruits sont environ deux fois plus lourds que les fruits standards récoltés aux trois-quarts pleins.

Au cours du développement du fruit, la concentration en sucre demeure faible mais l'amidon s'accumule rapidement, en particulier pendant les deux ou trois semaines qui précèdent l'arrivée au stade au trois-quarts plein. Pendant cette période, la respiration est régulière. Le départ de la maturation est marqué par une transformation de l'amidon en sucre et par un accroissement de l'allure de la respiration.

Les bananes destinées au transport outre-mer en cales froides à 11,7° C, pour un voyage de douze à quinze jours, sont fermes, vertes et pas mûres. Durant cette période la respiration du fruit est lente et régulière et sa composition ne varie pratiquement pas. C'est le but que l'on poursuit en maintenant le fruit à une température suffisamment basse — on cherche à retarder le déclanchement de la maturation jusqu'au moment où le fruit est arrivé à destination. Peu après que le fruit a été placé dans les chambres de maturation, à une température plus élevée (16,7–21° C, selon la condition des régimes et les besoins du marché) il commence à mûrir. Des études biochimiques et d'autres sur la respiration et la transpiration ont montré que ce phénomène était très complexe et comportait de nombreux changements qui, normalement, se produisent en succession ordonnée. Comme pour les autres fruits, la maturation de la banane a pour point de départ la région placentaire centrale (où l'on

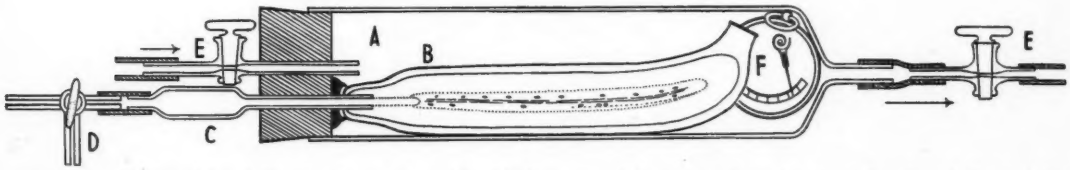


FIGURE 1 – *Disposition de l'appareil permettant à la fois la mesure de la vitesse de respiration et l'analyse de l'atmosphère interne de la banane.* A, *chambre de respiration;* B, *section longitudinale d'une banane, montrant la cavité faite par le perce-bouchon;* C, *tube de prélèvement avec* D, *bouchon à trois voies;* E, *bouchon à deux voies;* F, *hygromètre de papier.*

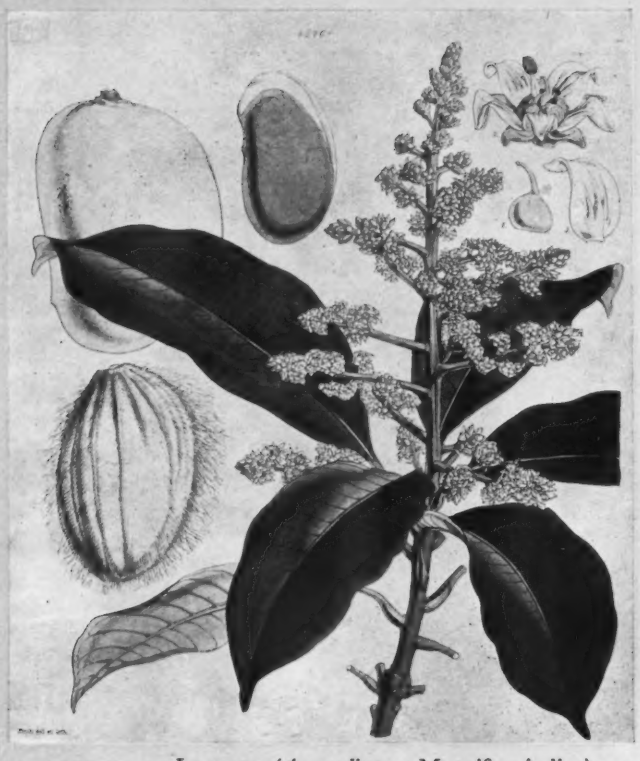


FIGURE 2 – *La mangue* (*Anacardiaceae:* Mangifera indica).

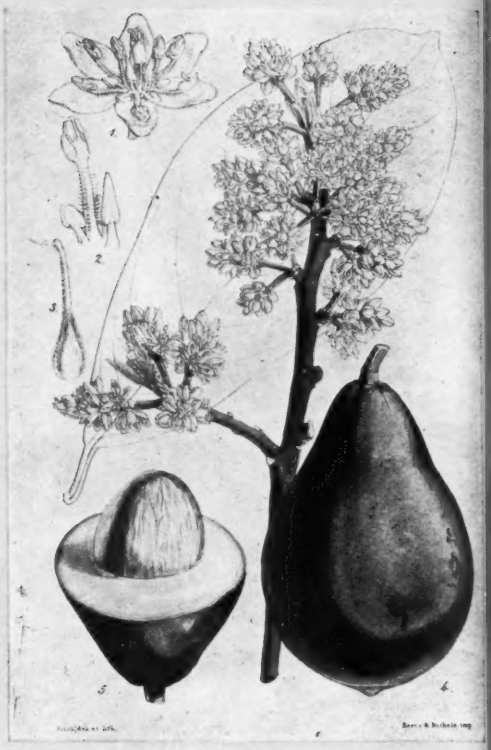


FIGURE 3 – *L'avocat* (*Lauraceae:* Persea americana).

peut voir les graines rudimentaires), d'où elle s'étend à la pulpe extérieure et à la peau; elle est un peu plus précoce à l'extrémité distale ou stylaire qu'à l'extrémité proximale ou extrémité de la tige.

Dans les recherches sur la respiration, on mesure les vitesses de libération d'acide carbonique et d'absorption d'oxygène superficielles, qui fournissent des indications générales intéressantes sur les activités biochimiques en cours au sein du fruit. On voit ainsi que la vitesse de respiration change de façon notable avec le départ de la maturation. Il y a augmentation rapide des vitesses d'utilisation de l'oxygène et de production d'acide carbonique et élévation de la température de la pulpe. La respiration s'établit alors à cette nouvelle vitesse plus élevée et l'on voit le fruit s'amollir, se colorer et mûrir. Ce passage rapide de l'état vert à la maturation est appelé phase climatérique. Des recherches biochimiques montrent que toute une série de réactions chimiques prennent place rapidement. On constate, entre autres, une diminution de la matière sèche totale, l'hydrolyse de l'amidon et une augmentation de la teneur en sucre, en acide et en glucose de glucosides, ainsi que plusieurs autres changements intéressants. A mesure que le fruit devient mûr pour la consommation, trop mûr ou sénescent, on voit que les diverses courbes de vitesse de respiration, teneur en sucre, etc., prennent des allures caractéristiques.

Cette étude comporte des recherches sur la relation existant entre la vitesse de respiration et les variations dans la composition chimique au cours de la maturation. Les observations de laboratoire sur la vitesse de la respiration étant généralement faites de façon continue sur les mêmes fruits, ceux-ci ne peuvent servir pour l'analyse. Un dispositif simple a permis de surmonter cette difficulté. On a trouvé qu'en introduisant de petits tubes dans les bananes on pouvait prélever des échantillons de l'atmosphère interne pour l'analyse (acide carbonique et oxygène); on peut également mesurer l'acide carbonique libéré à la surface de ces mêmes fruits (figure 1).

On a trouvé que l'augmentation climatérique dans la production d'acide carbonique était

FIGURE 4 – *La papaye* (*Caricaceae:* Carica papaya).

FIGURE 5 – *L'anone réticulée, ou anone écailleuse, ou corossol* (*Annonaceae:* Annona squamosa).

précédée de très près par une augmentation marquée de la concentration interne en acide carbonique et par une diminution très nette de la concentration en oxygène. En résumé, les courbes de concentrations internes en acide carbonique et en oxygène dans le fruit, dans des conditions déterminées de température et d'humidité, fournissent des renseignements exacts sur le degré de maturité atteint à n'importe quel moment. On a ainsi pour l'analyse biochimique des fruits dont on connaît l'état de maturité. En employant un nombre suffisant de fruits strictement comparables il a été possible d'établir une corrélation étroite entre la respiration et les données biochimiques. On trouvera sur la figure 6 quelques résultats caractéristiques. Plusieurs autres points intéressants furent également mis en évidence. On a vu, par exemple, que pendant la période post-climatérique les tissus ramollis présentent une plus grande résistance au mouvement des gaz et qu'une pression négative, mesurable à l'aide d'un manomètre, s'établissait à l'intérieur du fruit.

Des recherches ont été faites pour étudier l'effet de la prolongation de la durée de conservation par le froid au-delà du temps normal pour chaque classe de fruits, ainsi que la nature chimique des anomalies qui résultent de l'état « gelé » sur leurs qualités générales. Les résultats d'observations biochimiques et d'observations sur la respiration, prouvent que les fruits qui présentent des « lésions physiologiques » ont commencé à mûrir pendant la période de conservation par le froid. Mais cette maturation ne suit cependant pas la marche habituelle: la couleur de la peau est anormale (on peut voir se développer une riche teinte bronzée) et la saveur de la pulpe est médiocre, astringente et fade. Les transformations biologiques qui s'y rattachent sont complexes et obscures mais on sait que la vitesse d'hydrolyse de l'amidon est plus lente que dans les fruits normaux tandis que la teneur en acides et en glucosides tend à être élevée. Une congélation excessive a pour résultat un retard considérable de la maturation et, dans les cas extrêmes, le fruit n'arrive pas à maturité.

Avec le départ de la maturation on observe que plusieurs variétés de mycètes deviennent actifs. Parmi ceux-ci quelques-uns ne sont que

des saprophytes qui peuvent se nourrir des tissus mûrs, sucrés, de la peau et de la pulpe, après s'être introduits à la faveur de plaies et d'égratignures. Une catégorie de mycètes beaucoup plus intéressante et importante est constituée par ceux qui sont établis depuis longtemps dans les cellules de la pulpe et de la peau, sous forme d'infections latentes. Parmi ceux-ci les formes les plus importantes du point de vue commercial sont *Gloeosporium musarum* (le cryptogame de l'anthracnose) et *Piricularia grisea* (qui occasionne la « piqûre » du fruit).

Lorsque ces organismes ont pénétré dans l'épiderme des jeunes fruits, la cellule vivante dans laquelle subsistent les petits tubes germinatifs de l'organisme constituent le milieu du cryptogame. Là, pendant la longue période de croissance jusqu'au moment de la cueillette, le champignon semble être à l'état statique. Mais lorsqu'arrive la phase post-climatérique et les changements physiques et chimiques des tissus qui l'accompagnent, le milieu devient favorable à une nouvelle croissance de l'organisme pathogène qui s'étend aux cellules épidermiques voisines et aux tissus situés au-dessous en produisant des lésions caractéristiques. Ces infections latentes, leur développement au cours de la maturation et les moyens de les enrayer, demandent encore à être étudiés. Un des points les plus intéressants que l'on ait notés jusqu'à présent est la régularité de la coïncidence de l'apparition de l'anthracnose avec un certain degré de maturité, ce qui a pu être vérifié par l'étude des concentrations gazeuses internes. Il est possible, par exemple, dans le cas de la banane et de la papaye, de prédire d'après l'allure de la courbe de concentration interne en oxygène le moment exact où les points d'anthracnose apparaîtront. Notons en passant que l'infection par le *Gloeosporium* et les autres champignons peuvent causer des pertes sérieuses dans le cas de l'avocat et des mangues. Pour ces deux fruits ainsi que pour la banane les lésions dues au froid rendent le fruit beaucoup plus susceptible au développement de cette maladie.

CONSERVATION EN ATMOSPHÈRES GAZEUSES

Le but essentiel du transport de bananes en cales réfrigérées est de retarder le départ de la maturation du fruit jusqu'au moment où il est déchargé à destination. Ce résultat peut généralement être atteint, dans le cas de variétés minces cueillies au trois-quarts pleines par réfrigération seule, pour un voyage d'une durée ne dépassant pas seize ou dix-sept jours. Mais dans le cas de fruits plus gros, désignés sous le terme de « pleins » et « pleins-lourds », la maturation commence pendant cette période de transport et il en résulte des dégâts dus à la réfrigération. Comme nous l'avons vu, il y a cependant de bonnes raisons pour essayer de transporter des fruits de cette catégorie. On a suggéré qu'un entreposage en atmosphère gazeuse, combiné à la réfrigération, qui réussit dans le cas des pommes, pourrait être avantageusement employé pour les bananes. En fait, plusieurs laboratoires ont obtenu de bons résultats. Un succès dans cette direction signifierait que les marchés actuels pourraient être alimentés avec des fruits plus gros et probablement meilleurs, ou que les qualités fournies actuellement pourraient provenir de centres de production plus éloignés.

On a fait des observations sur le retardement de la maturation de fruits de catégories lourdes par refroidissement à 11,7° C. en conjunction avec divers mélanges gazeux ou en atmosphères artificielles obtenues par ventilation limitée. Au cours de ces expériences, on a vérifié l'allure des concentrations gazeuses internes pendant l'entreposage et la maturation et ces observations ont été intéressantes et utiles. Dans le cas de fruits lourds trois-quarts pleins un refroidissement rapide à 11,7° C, maintenu pendant vingt jours, en atmosphères de mélanges gazeux contenant 5% d'acide carbonique et 7–12% d'oxygène, produit un

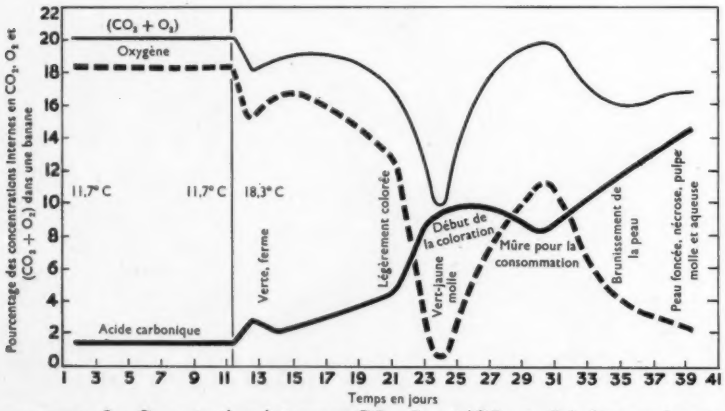


FIGURE 6 – *Concentrations internes en CO_2, O_2, et ($CO_2 + O_2$) dans une banane Gros-Michel lourde, trois-quarts pleine pendant l'entreposage à froid et la maturation.*

retardement notable de la maturation sans dégâts aux fruits, les meilleurs résultats étant observés pour les concentrations en oxygène les plus basses. Par la suite les fruits mûrissent à l'air de façon normale. Par comparaison avec le fruit de l'expérience de contrôle, en atmosphère ordinaire, et qui avait subi de sérieuses lésions dues au froid, la banane emmagasinée en atmosphère de gaz acquit par maturation une bonne couleur jaune et aucun signe d'avoir été gelée, son goût, son bouquet et sa «cassure» duveteuse étant identiques à ceux du fruit ayant mûri dans les conditions normales. La figure 7 montre clairement la différence d'allure du métabolisme des fruits emmagasinés en atmosphère gazeuse ou dans l'air. Au cours d'expériences du même genre, on emmagasina des fruits lourds, trois-quarts pleins en atmosphères d'azote avec des concentrations d'oxygène de 6 et 12%. Les courbes de maturation montrent qu'une réduction de la concentration en oxygène de 21 à 12% ne produit pas un retard suffisant de la maturation pendant l'entreposage froid, tandis qu'une réduction à 6% donne un bon retardement sans effets néfastes. Il a été démontré de façon concluante que lorsque la maturation a déjà débuté, l'entreposage en atmosphère gazeuse réfrigérée était sans effet: le fruit continue à mûrir. Un point important, particulièrement de l'angle commercial, est que ce fruit, d'une couleur et d'une texture excellentes une fois mûr, était absolument sans saveur. Pour la catégorie lourde, même des atmosphères à haute concentrations en acide carbonique et faibles concentrations en oxygène, ne retardent pas la maturation des fruits lorsque le processus a déjà débuté.

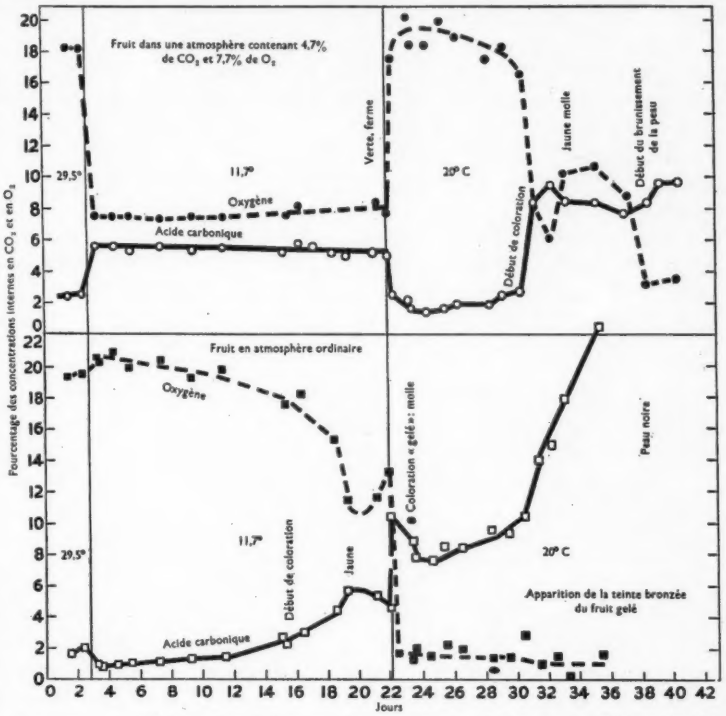


FIGURE 7 – *Entreposage de bananes (cueillies à 29,5° C) en atmosphère artificielle* (haut) *et en atmosphère ordinaire* (bas) *à 11,7° C, suivi dans les deux cas par une maturation à l'air à 20° C. Le fruit conservé en atmosphère ordinaire a gelé; le fruit conservé en atmosphère gazeuse était normal.*

Comme dans d'autres cas où l'entreposage en atmosphère gazeuse a été réalisé commercialement, on peut prévoir que l'on se servira, pour arriver à un milieu convenant aux bananes, des changements de composition atmosphérique dus aux processus de respiration, i.e. augmentation de la concentration en acide carbonique et diminution de l'oxygène. Il a été démontré que cette méthode était praticable et que l'on obtenait les conditions voulues dès le premier ou le second jour après le chargement (aux températures tropicales de 26,5 à 30° C) pourvu que les pertes en gaz soient négligeables. On peut donc imaginer que l'entreposage commercial des bananes en atmosphère gazeuse pourra se faire en combinant une ventilation restreinte et une élimination par quelque procédé chimique de l'excès d'acide carbonique dégagé. Dans des systèmes de ce genre le rôle joué par des substances volatiles physiologiquement actives, telles l'éthylène, dégagées par le fruit mûrissant, peut avoir une importance considérable. Dans les essais de laboratoire on a pu conserver de façon satisfaisante pendant vingt jours, à 11,7° C, des bananes lourdes, trois-quarts pleines par la méthode de ventilation restreinte. Le fruit, encore vert à la sortie de sa boîte, mûrit en donnant un produit de couleur, de goût et d'arome satisfaisants, tandis que le fruit de l'expérience de contrôle avait commencé à mûrir pendant l'entreposage à froid et était fortement gelé. Par

contre, dans des expériences comparables, faites avec des fruits plus lourds, ceux qui avaient commencé à mûrir avaient accéléré la maturation des autres dans la même boîte dégageant de l'éthylène. Le stade suivant consistera à étendre les recherches à des lots importants de fruits. Bientôt on aura les données nécessaires à la construction de cales destinées à la conservation en atmosphères gazeuses des fruits tropicaux. Si d'autres facteurs n'interviennent à l'encontre, il devrait être bientôt possible d'avoir des bananes plus grandes et meilleures.

AUTRES FRUITS TROPICAUX

Nous n'avons parlé jusqu'à présent que de la banane pour montrer quelques-uns des problèmes qui se posent relativement au transport outre-mer des fruits tropicaux. Mais nous n'avons fait qu'effleurer le sujet. Chaque fruit présente ses problèmes particuliers: variété, degré de maturité pour la cueillette, manipulation de la plantation au navire, refroidissement, température de transport, moyens d'éviter de geler le fruit, maturation et limitation des pertes. Différentes variétés peuvent exiger des températures d'entreposage différentes, comme, par exemple, l'avocat et la mangue. La même variété, ayant poussé dans des conditions différentes peut également demander des températures spéciales, comme, par exemple, la pamplemousse. Dans le cas des avocats et des mangues une partie non négligeable du travail du biologiste a consisté à choisir parmi un grand nombre de variétés et d'espèces celles qui possèdent en même temps l'apparence et la qualité et qui se conservent bien pendant l'entreposage. Lorsque la température d'entreposage est relativement élevée (par exemple de 12 à 15,5° C), la limitation des dégâts dus à l'action cryptogamique présente de sérieuses difficultés, car beaucoup de champignons tropicaux se développent rapidement à des températures supérieures à 12° C. Il s'agit, en fait, d'adopter une position moyenne entre le danger de geler le fruit et celui de déclancher l'action des cryptogames. Il y a encore une difficulté supplémentaire du fait que, lorsqu'il mûrira à une température plus élevée, le fruit gelé sera plus facilement attaqué par les cryptogames.

Dans le cas des limes, par exemple, les problèmes de réfrigération proprement dits sont simples, la principale difficulté étant d'empêcher une transpiration excessive, i.e. une perte d'eau par évaporation. Si on peut éviter que les fruits gonflés soient cotis à la récolte et si la transpiration peut être limitée par l'emploi d'un emballage convenable, on peut amener sur les marchés lointains des pays tempérés des limes vertes avec leur arome délicieux et leur saveur piquante, telles que si elles venaient d'être cueillies à l'arbre. Le manque de place empêche de mentionner de façon adéquate ce fruit remarquable qu'est l'avocat. Avec sa teneur élevée en huile, en vitamines et en fer, il pourrait bien devenir un des fruits les plus importants parmi ceux des régions tropicales et sub-tropicales. Là encore le biologiste n'aura que l'embarras du choix pour les problèmes à étudier.

Le lecteur se demandera peut-être de quelle façon l'emploi accru du transport par air, avec tous ses avantages dus à la vitesse pourra affecter l'exportation des fruits tropicaux. Ce mode de transport présente évidemment le moyen idéal de réduire le temps qui s'écoule entre le moment de la cueillette par le planteur et celui de la vente au consommateur et il est tout indiqué également pour les envois préliminaires de petites quantités par lesquelles les nouveaux essais commencent nécessairement. L'expérience a montré que le manque de navires convenablement réfrigérés, pouvant transporter de petit lots d'essai de fruits dans les conditions exactes requises par les chercheurs scientifiques a constitué un sérieux handicap au développement de l'exportation des fruits au cours des vingt ou trente dernières années. Le transport aérien constitue, pourrait-on dire, le moyen tombé du ciel de surmonter les difficultés associées à l'exportation des fruits tropicaux. Les produits volumineux, comme les bananes et les pamplemousses, sont évidemment exclus, mais l'avion de transport joue un rôle de premier plan lorsqu'il s'agit de petites quantités d'échantillonnage de fruits exotiques à exporter dans leur condition première, en attendant le développement de ces nouvelles industries.

Enfin, il se peut que l'exportation de quelques-unes des variétés tropicales les plus délicates dépende de la méthode de congélation rapide par emploi de l'acide carbonique solidifié. Mais ceci est une autre question qui dépasse le cadre du présent article.

BIBLIOGRAPHIE

[1] WARDLAW, LEONARD et BARNELL. Mémoires Nos. 1–22 du Low Temperature Research Station, Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad, B.W.I. (1935–45).

[2] *Idem.* « Studies on Tropical Fruits », pts. i–xvi, *Ann. Bot.*, 1936–45.

Revue des livres

HOMMAGE À UN PHYSIOLOGUE

The Integrative Action of the Nervous System, *par Sir Charles Sherrington. Pp.* 433. *Cambridge University Press.* 1947. 25*s. net.*

Réimprimer *The Integrative Action of the Nervous System*, de Sir Charles Sherrington doit avoir causé un plaisir d'une rare qualité à la Physiological Society, car en choisissant cette façon de souligner le Congrès International de Physiologie, tenu récemment à Oxford, elle n'a pas seulement payé le plus gracieux des tributs au vénérable auteur de l'ouvrage mais elle a honoré la physiologie britannique dont l'éclat de nos jours est dans une si large mesure le reflet du génie de Sherrington.

Pour ceux qui venaient de se lancer dans l'étude de la physiologie en 1906, lors de la publication de « The Integrative Action », le livre servit d'inspiration et de stimulant en des circonstances qu'il est difficile d'évoquer, même à l'heure actuelle, sans ressentir de nouveau cet élan d'enthousiasme qui nous saisit à la vue d'une œuvre de génie. Il était impossible, en effet, pour le lecteur averti, de ne pas reconnaître là une des rares manifestations de pensée et de réalisation scientifiques qui, avec le temps, viendront prendre place à côté des *Principia* de Newton, livre qui ne peut disparaître quels que soient les progrès du savoir.

Nous y trouvions des faits nouveaux en abondance et reliés avec quel art ! Avec quelle précision logique progressait leur exposition de proche en proche et avec quelle pénétrante imagination scientifique se voyait révélée leur signification ! Les recherches à la base de ce livre restent les assises sur lesquelles le jeune neuro-physiologue doit toujours bâtir, et la cadence d'observation et d'interprétation dont l'ouvrage de Sherrington a toujours fait montre est dans la vraie tradition de la philosophie naturelle. Sous cette forme nouvelle ce livre classique saurait donc inspirer le travail et la pensée des nouvelles générations de physiologues et les aider à échapper aux chaînes d'une technologie dépourvue d'imagination qui abat si aisément l'ardeur du jeune chercheur à cette époque d'immense ingéniosité technique où il est devenu si difficile de considérer les faits observés avec le loisir et le calme nécessaires à leur synthèse philosophique.

F. M. R. WALSHE

NEWTON ET L'HÔTEL DE LA MONNAIE

Newton at the Mint, *par Sir John Craig. Pp. viii* + 128, *avec* 4 *illustrations. Cambridge University Press.* 1946. 7*s.* 6*d. net.*

En 1696 Montagu — le futur Lord Halifax — à l'époque Lord of the Treasury, écrivait à Newton: « Je suis très heureux de pouvoir enfin vous donner une preuve véritable de mon amitié et de l'estime que le Roi a de vos mérites » et, ce disant, lui offrait le poste de Gardien de la Monnaie. Newton, qui cherchait depuis quelque temps un poste administratif commode, accepta, et trois ans plus tard fut nommé au poste principal, celui de Directeur. Il passa ainsi le dernier tiers de sa vie à la Monnaie.

Les détails qui ont manqué jusqu'ici nous sont fournis par le petit livre de Sir John Craig sur les travaux de Newton à la Monnaie, écrit avec des connaissances de premier ordre. Il explique l'organisation étrange de la Monnaie au début du XVIIIème siècle et les diverses responsabilités qui incombaient à son Gardien et à son Directeur. Newton, dans ce livre, est loin de nous être présenté sous les traits du penseur rêveur et détaché de ce monde que certains de ses admirateurs ont décrit: il assuma avec beaucoup de succès la charge de problèmes administratifs compliqués, il exigea que l'on fasse des rapports précis et il semble avoir été un juge perspicace de ses semblables. On peut regretter qu'un tel homme se soit astreint à de semblables occupations, mais n'oublions pas que c'était vraisemblablement suivant son désir. Un seul « *Principia* » et une seule « *Opticks* » sont peut-être tout ce que nous avons le droit d'attendre d'un seul homme.

E. N. DA C. ANDRADE

LE FINISSAGE DES TEXTILES

An Introduction to Textile Finishing, *par J. T. Marsh. Pp. xv* + 552. *Chapman and Hall Limited, Londres.* 1947. 35*s. net.*

En écrivant cet ouvrage l'auteur a assumé avec un succès indéniable, la lourde tâche de rassembler et de présenter d'une façon systématique les aspects techniques et scientifiques d'une branche extrêmement vaste de la fabrication textile. La difficulté inhérent à choisir une division appropriée des nombreuses ramifications du sujet a été en grande partie surmontée par l'utilisation judicieuse des produits employés ou des procédés comme substance de chaque chapitre. Ainsi les principaux procédés de finissage de la laine sont décrits sous les titres de « Déformation permanente », « Foulonnage » et « Fini irrétrécissable ». Le matérial de finissage, les méthodes anti-rétrécissantes et les procédés de crêpage, d'assouplissage et de délustrage, sont décrits d'une façon satisfaisante. D'une utilité particulière sont les exposés théoriques et pratiques du finissage de la laine et, bien entendu, de l'application interne et externe des résines, point auquel l'auteur a fait des apports d'importance exceptionelle. La protection des matières textiles contre l'eau et l'action nuisible des mites, du mildiou et du feu fait l'objet d'une revue complète. Les références faites à la littérature sur ce sujet sont assez satisfaisantes mais se révèlent parfois d'une documentation quelque peu insuffisante en étendue. Les diagrammes sont nombreux et bien choisis, malgré le manque de clarté de quelques-uns, en raison de la simplification trop poussée et du petit format de la reproduction. Il faut féliciter M Marsh de cette nouvelle contribution de valeur à la littérature chimique et technologique des textiles.

F. O. HOWITT

LA CHIMIE DE LA CELLULOSE

The Methods of Cellulose Chemistry, including Methods for the Investigation of Substances associated with Cellulose in Plant Tissues, *par Charles Dorée. Deuxième édition, revue et complétée. Pp. xii* + 543. *Chapman and Hall Limited, Londres.* 42*s. net.*

L'édition antérieure du livre du Dr Dorée offrait une description très réussie des méthodes importantes utilisées dans l'étude de la cellulose. L'auteur a maintenant accru la dette que tous les chimistes des matières sucrées ont envers lui par la publication d'une nouvelle édition qui inclut les progrès réalisés pendant ces quinze dernières années. Des additions et des changements considérables ont été opérés, comme par exemple dans le chapitre sur l'oxycellulose qui comprend maintenant l'exposé de l'oxydation de la cellulose avec des réactifs tels que le permanganate, l'acide per-iodique et le bioxyde d'azote. Certaines parties traitent les esters mixtes de la cellulose et les divers éthers, outre l'exposé complet des méthodes employées pour les acétates, les nitrates,

les xanthates et autres esters. Le lecteur trouvera dans la troisième partie un compte-rendu à jour des méthodes utilisées dans les recherches sur les hémicelluloses, la lignine et les matières pectiques. Les aspects industriels sont bien traités et, en plus des procédés d'analyse de la cellulose et de ses dérivés, cellulose régénérée comprise, il y a des chapitres consacrés à l'analyse du bois et de la pulpe de bois. Les renseignements fournis ne sont pas toujours d'un accès facile dans la littérature et les méthodes sont convenablement décrites avec de nombreuses notes et illustrations. L'ouvrage est d'une lecture et d'un maniement agréables.

E. L. HIRST

LES PRINCIPES DE LA CHIMIE

A Rational Approach to Chemical Principles, *par J. A. Cranston. Pp. vii + 204. Blackie and Son Limited, Londres.* 1947. 8*s.* 6*d. net.*

C'est un plaisir de recommander ce livre utile en raison de l'intelligence avec laquelle le sujet a été envisagé. L'auteur débute par un résumé succinct des structures atomiques, se référant aux niveaux quantiques et aux configurations électroniques. Suit la théorie classique sur l'état gazeux, les liquides et les solutions, une partie sur la théorie des valences et les changements d'énergie (thermo-chimiques), une autre sur les changements entraînant la considération des potentiels d'électrode et finalement l'étude des équilibres chimiques (dissociation ionique comprise). C'est un ordre d'idées plein d'intérêt, et le livre est bien écrit. Le sujet n'est peut-être pas, cependant, traité d'une façon assez complète pour donner autre chose qu'un livre de classe, et il y a une ou deux omissions telles que l'ordre des réactions, les réactifs et la détermination de la concentration en ions hydrogène. Le but cherché a été la simplicité et la clarté, et par endroits on fait paraître les choses plutôt plus simples qu'on ne devrait. L'étude de l'électrolyse est esquissée, et l'idée que les ions sulfate non chargés peuvent réagir avec l'eau est certainement désuète. On pourrait faire la même remarque à propos des ions sodium. En cela, et par la trop brève allusion à la dissociation totale des électrolytes forts, le livre nous déçoit; pour la plupart des autres aspects, il offre un contraste reposant avec beaucoup d'autres ouvrages traitant du même sujet.

A. E. BELL

LA RECHERCHE INDUSTRIELLE

Co-operative Research in Industry, *par D. W. Hill. Pp.* 147. *Hutchinson's Scientific and Technical Publications, Londres.* 1946. 10*s.* 6*d. net.*

Le coût des produits alimentaires et des matières premières que la Grande-Bretagne doit importer est de nos jours tellement plus élevé que jadis que son seul moyen de les payer — soutient le Dr Hill — est d'exporter de la matière cérébrale sous la forme de perfectionnements apportés à l'industrie grâce à la recherche. Il est heureux que la guerre ait démontré cette possibilité, car la recherche une fois bien organisée est si fructueuse que deux ou trois inventions fondamentales pourraient bien remplacer l'ensemble de la richesse en capitaux dépensée pendant ces années-là. Dans un tel système, des laboratoires travaillant en commun sont une nécessité, non pour supplanter ceux des entreprises individuelles s'occupant de produits rivaux mais pour les encourager et les stimuler au moyen de recherches effectuées sur « des produits standard communs à l'industrie, par l'étude des matières premières généralement utilisées, le perfectionnement des méthodes et des procédés types, l'introduction de moyens de contrôle ». L'auteur donne un compte-rendu parfait — beaucoup plus fourni qu'une simple liste — du développement et de l'organisation des laboratoires fonctionnant dans ce but sous la direction du Department of Scientific and Industrial Research, des associations de recherche professionnelles qu'il soutient et d'autres groupements indépendants, comprenant ceux relatifs à l'agriculture. Plusieurs chapitres suivants décrivent les organismes correspondants dans l'Empire et aux Etats-Unis, ces derniers présentant des différences pleines d'intérêt avec les précédents. Il ne définit cependant pas la recherche ni n'explique aux profanes en quoi elle diffère des autres travaux de laboratoire. Son affirmation selon laquelle les différences entre l'Angleterre d'Elizabeth et l'Angleterre actuelle viennent du savoir acquis avec peine par la recherche serait plus exacte si on remplaçait « Elizabeth » par « Victoria », car c'est forcer le sens du mot pour comprendre à la fois la mise à profit hasardeuse de l'expérience et ces programmes bien compris de recherche auxquels nous devons en grande partie le rythme accéléré de notre époque.

J. E. HOLMSTROM

LES OISEAUX DE GRANDE-BRETAGNE

Our Bird Book, *par Sidney Rogerson et Charles Tunnicliffe. Pp.* 128, *avec de nombreuses figures en couleurs. William Collins, Londres.* 1946. 21*s. net.*

Mr Rogerson a une connaissance approfondie des oiseaux, et il écrit à leur sujet avec une agréable simplicité. C'est surtout un livre d'anecdotes et de souvenirs personnels mais, malgré son cadre restreint, extrêmement complet. Sa lecture serait, pour un enfant, une excellente introduction à ce sujet et lui serait d'un intérêt durable, cela précisément de la meilleure manière — c'est à dire en présentant l'oiseau comme un individu. Les dessins de Charles Tunnicliffe sont de véritables portraits d'oiseaux, vifs et animés. L'enfance n'a pas de bornes et ce livre aussi est pour les enfants de tous âges. Il mérite certainement une place sur les rayons de tout amateur d'oiseaux.

BRIAN VESEY-FITZGERALD

LA CHIMIE DES CORPS GRAS

The Chemical Constitution of Natural Fats, *par T. P. Hilditch. Pp. xiii* + 554. *Chapman and Hall Limited, Londres. Deuxième edition.* 1947. 45*s. net.*

Il arrive peu fréquemment qu'un chercheur se trouve dans l'heureuse situation d'écrire, sur un groupe de produits naturels d'un grand intérêt à la fois industriel et académique, un manuel qui soit pour une large part un compte-rendu de ses propres travaux. Pendant ces trente dernières années aucun nom n'a été plus étroitement associé à la chimie des corps gras que celui d'Hilditch, et quand la première édition de son livre parut en 1940 elle fut accueillie comme une interprétation magistrale de ses propres recherches concentrées pendant vingt ans. La présente édition contient de nombreux éléments nouveaux, tirés de publications récentes, et on a profité de l'occasion pour récrire complètement ou en partie certains chapitres. Outre les développements plus étendus consacrés maintenant aux acides et aux glycérides entrant dans la composition des graisses naturelles, l'auteur offre un tableau complet de la situation par rapport aux acides gras individuels et au champ immense de la biochimie des corps gras. Cet ouvrage est la contribution la plus éminente qui ait été apportée jusqu'ici à la chimie des graisses.

A. C. CHIBNALL